5-804.D

MÉMOIRES
DE
MATHÉMATIQUE
ET
DE PHYSIQUE.

Tome VIII.

MÉMOIRES
DE
MATHÉMATIQUE
ET
DE PHYSIQUE,

Préſentés à l'Académie Royale des Sciences, par divers Savans, & lûs dans ſes Aſſemblées.

Tome VIII.

A PARIS,

Chez { MOUTARD, Imprimeur-Libraire de la REINE, & des Mémoires de l'Académie Royale des Sciences, rue des Mathurins, Hôtel de Cluni.
PANCKOUCKE, Libraire de l'Académie Royale des Sciences, Hôtel de Thou, rue des Poitevins.

M. DCC. LXXX.

PRÉFACE.

Ce volume renferme une Pièce qui a partagé le Prix proposé pour 1777, Sur la construction des Boussoles de déclinaisons, & les loix de la variation diurne des Aiguilles Aimantées, *& trois Mémoires, un de Physique, un d'Anatomie, & un d'Histoire Naturelle.*

PIÈCES DU PRIX DE 1777.

Parmi les différentes classes de phénomènes qui ont occupé les Physiciens, depuis le renouvellement des Sciences, il y a peu qui les aient autant exercés que le Magnétisme, peu d'objets sur lesquels on ait trouvé plus de résultats singuliers, & en même temps il n'y en a point peut-être sur la théorie desquels on soit moins avancé.

L'Académie a proposé plusieurs Prix sur cette matière. Celui qu'elle avoit proposé pour 1775, & qu'elle n'a donné qu'en 1777, a été partagé entre M. Wanf-

winden Professeur de Philosophie à Francker, & M. Coulomb, Capitaine au Corps Royal du Génie, tous deux Correspondans de l'Académie. L'Académie a accordé en même temps des éloges à M. Magni, Artiste connu d'elle avantageusement & qui lui avoit présenté une boussole d'une construction nouvelle.

Page 1. Dans la première partie de son ouvrage, M. Wanswinden examine tout ce qui a rapport à la fabrique des aiguilles.

Sans entrer dans aucune discussion sur la cause du magnétisme, il regarde la force directrice d'une aiguille aimantée comme appartenant à toutes les parties de cette aiguille, nulle au centre, tendant vers une direction depuis le centre jusqu'à un des pôles, & dans la direction contraire de ce centre à l'autre pôle.

Si on regarde l'aiguille comme une ligne mathématique, que le centre de suspension, celui de figure & celui de magnétisme coincident ensemble, & que les forces magnétiques soient disposées semblablement des deux côtés du centre, cette ligne prendra la véritable direction magnétique & la prendra avec la plus grande force possible.

Les recherches ſur la fabrique des aiguilles & la détermination du méridien magnétique, ſe bornent donc à procurer à une aiguille phyſique ou à une combinaiſon d'aiguilles, la plus grande reſſemblance avec cette aiguille hypothétique.

M. Wanſwinden examine dans un grand nombre d'hypothèſes ſur la diſtribution des forces magnétiques, ſur la figure des aiguilles, ſur la combinaiſon de pluſieurs aiguilles, ſur la poſition du centre magnétique par rapport à celui du centre de figure & de mouvement, quelles ſont les différences qui peuvent en réſulter entre la direction indiquée & le véritable méridien magnétique & entre les forces de direction des aiguilles. C'eſt d'après ces principes de théorie que M. Wanſwinden détermine enſuite la figure qu'il croit devoir préférer & les dimenſions qu'il convient de donner aux aiguilles. Il explique d'après les mêmes principes les différences de direction, qui ont lieu entre différentes aiguilles conſtruites de même, & placées dans un même lieu, & donne des moyens phyſiques de diminuer ces différences.

Il donne la préférence ſur les différentes formes d'aiguilles employées ou propoſées juſqu'ici, à des barreaux

aimantées plus larges qu'épais, ſuſpendus dans le ſens de leur épaiſſeur, & qui ne ſont point percés par le centre. La ſuſpenſion qu'il préfère eſt une chappe ou plutôt l'aiguille eſt armée d'une pointe, qui repoſe ſur une plaque de verre où l'on a pratiqué une petite cavité.

Les Recherches ſur les variations diurnes rempliſſent la ſeconde partie de cet oúvrage. Des Obſervations faites ſur pluſieurs aiguilles, dans pluſieurs lieux de la Hollande, & pendant pluſieurs années, avec une aſſiduité & une patience dont l'hiſtoire des Sciences fournit peu d'exemples, ont conduit M. Wanſwinden à conclure que les variations diurnes ſont en général très-irrégulières, qu'on ne peut les réduire à une loi ſimple, que cependant il y a lieu de croire que ces variations ont des périodes aſſez réglés qui ne ſont pas les mêmes ni pour différentes aiguilles, ni dans des lieux très-peu diſtans, que des cauſes irrégulières troublent ces périodes ſans cependant empêcher de les reconnoître, qu'enfin les cauſes de ces periodes réglés ſont abſolument inconnues, & qu'aucune de celles qu'on a ſuppoſés juſqu'ici influer ſur le magnetiſme, ne ſuffit pour les expliquer. Tant que l'art ne ſera point parvenu à faire des aiguilles

des aiguilles comparables, c'eſt-à-dire, qui toutes indiquent la même direction dans tous les cas ſemblables; comme on eſt parvenu à faire des thermomètres comparables qui indiquent le même degré : il eſt difficile d'eſpérer ſur cet objet des connoiſſances plus exactes & plus préciſes. Il ſeroit peut-être néceſſaire auſſi de comparer avec les variations diurnes des aiguilles aimantées celles d'aiguilles de forme ſemblables, & ſuſpendues de même, mais formées avec du fer non aimanté, avec d'autres ſubſtances métalliques, enfin avec des ſubſtances non métalliques de différentes eſpèces. Ces expériences pourroient mettre à portée de reconnoître mieux ce qui, dans les variations diurnes, appartient uniquement au magnétiſme.

M. Coulomb dont la Pièce paroîtra imprimée dans le volume ſuivant, n'a fait qu'un petit nombre d'obſervations. Vol. IX. page 165.

Après avoir expoſé des principes d'où il réſulte que, pour concilier avec les loix de la Mécanique l'hypothèſe d'un fluide magnétique, il faudroit ſuppoſer à ce fluide des directions & des mouvemens peu conformes à la marche ordinairement ſi ſimple de la Nature, il examine la manière de déterminer la force magnétique, d'évaluer la réſiſtance qu'oppoſent les fils,

qui peuvent ſervir à porter les aiguilles ou le frottement des chappes. Enfin il donne, d'après ſes expériences & ſa théorie, la deſcription de deux bouſſoles, l'une ſuſpendue par un fil & propre à faire des obſervations Phyſiques, l'autre ſuſpendue ſur une chappe & qui peut être d'uſage à la mer.

La bouſſole que M. Magni a préſentée eſt formée d'une aiguille qui eſt un loſange très-alongé, cette aiguille eſt ſuſpendue par quatre fils, M. Magni y adopte un mécaniſme ingénieux pour corriger l'erreur cauſée par la torſion des fils. On place l'aiguille de manière que les fils n'éprouvent aucune torſion, & alors un indicateur marque zéro ſur un cercle, l'aiguille ayant changé de direction pour prendre celle du méridien magnétique, elle produit une torſion dans le fil, on fait alors mouvoir l'indicateur juſqu'au point où il marque le même nombre de degrés que l'aiguille a parcourus, & les fils ſont alors détordus; ſi l'aiguille change encore de direction, on change une deuxième fois l'indicateur, & ainſi de ſuite juſqu'à ce que l'effet de la torſion des fils ſoit inſenſible. L'aiguille eſt contenue dans une boîte ſurmontée d'une tige où ſe trouve les fils. On la rend horizontale au moyen de quatre vis placées aux quatre coins: pour qu'elle ſoit portative, l'Auteur y a placé un reſ-

ſort qui maintient l'aiguille dans une poſition fixe pendant qu'on tranſporte la machine; quand on veut s'en ſervir, on lâche le reſſort & l'aiguille eſt alors librement ſuſpendue.

Mémoire ſur les Marées de la côte de Flandres.

M. Fourcroi de Ramecourt rapporte, dans ce mémoire, des obſervations ſur les marées de Flandres. La Flandre maritime eſt un pays fertile par la qualité naturelle du ſol heureuſement ſecondée par le caractère induſtrieux & pacifique des habitans & par la douceur de l'adminiſtration de la province; ce terrain a été conquis ſur la mer. Les marées ont formé des dunes; l'eau de la mer, qui s'étoit étendue au-delà de de ces dunes, a été évacuée dans le temps des baſſes eaux par l'induſtrie des habitans, & les dunes, ainſi que des digues placées à quelques endroits préſervent de l'inondation ce pays qui, dans le temps de grandes marées, eſt preſque en entier fort inférieur à la ſurface de la mer. Page 577.

M. de Fourcroi a examiné la hauteur des plus hautes marées, celle même des marées extraordinaires qui ont été obſervées depuis un ſiècle, il compare cette hauteur à celle des dunes & des digues, & il déter-

mine à quelle hauteur les digues devroient être portées pour prévenir tous les accidens.

Occupé dans la Flandres des travaux de sa place, M. de Fourcroi a employé le temps que ces travaux lui laissoient à faire des observations utiles au Public & aux Sciences. Les précautions qu'il a prises, par exemple, pour rapporter à des points invariables les observations des marées, mettront à portée d'en comparer entr'elles une longue suite, & cet objet est important. La cause des marées est connue; d'après cette cause, elles devroient être les mêmes au bout de chaque période où les positions du soleil & de la lune se retrouvent les mêmes; mais deux causes particulières influent sur les marées, les vents & la forme des côtes. Ce dernier point peut rendre de longues observations des marées très-utiles pour reconnoître qu'elles ont été sur ce phénomène les effets des changemens que les côtes éprouvent, ce qui pourroit conduire à des résultats utiles dans les constructions maritimes. Il seroit à desirer que le travail entrepris par M. Fourcroi fût continué & que les Journaux des observations journalières que l'on fait sur cet objet dans les ports & dont M. Fourcroi n'a retrouvé que des debris, fussent avec soin conservés dans des dépôts publics.

Sur les ſuites ſingulières d'un Volvulus, par M. Boucher.

UNE FEMME de Lille étant en convaleſcence, après une colique inflammatoire, rendit deux portions conſidérables d'inteſtins, cet accident parut ne rien changer à ſon état, elle vécut cinq mois & il y a apparence qu'elle eût pu eſpérer une guériſon parfaite; ſi des fautes contre le régime qu'on lui avoit preſcrit & dont il eſt aiſé de ſentir l'importance dans un cas de cette eſpèce, ne lui avoient cauſé pluſieurs indigeſtions dont elle mourut. L'ouverture du cadavre montra à M. Boucher la vérité de ſes conjectures ſur l'eſpèce d'inteſtin qui avoit été ſéparé par l'effet d'un volvulus, qui avoit cauſé la maladie: c'étoit une portion de jéjunum. Cet inteſtin ſe trouvoit de trois doubles, la portion intérieure n'étoit pas retournée & c'eſt cette portion qui s'étoit détachée par la ſupuration qui avoit ſuivi l'inflammation, ſuite ordinaire des volvulus. Les deux autres parties étoient reſtées colées entr'elles, & l'extrémité de l'inteſtin, qui précédoit le volvulus, paroiſſoit diſpoſée à ſe ſouder avec la partie poſtérieure. Les efforts que les imprudences de la malade cauſerent dans des organes dont l'union étoit encore ſi imparfaite, rompit cette union. Page 601.

Sur les Tiques aquatiques.

Page 615. Le Mémoire de M. Muller a pour objet des insectes qu'il nomme Tiques aquatiques, M. Muller donne une description d'une des espèces de ce genre, & une table de plus de trente espèces qu'il a classées & qui se trouvent toutes dans le même pays, & dans les mêmes eaux. Ces insectes échappent presque à la vue, & c'est avec la loupe qu'il faut les observer. On en trouve en abondance même dans les eaux limpides. M. Muller rend compte de la manière singulière dont se fait la reproduction de ces animaux, le mâle est beaucoup plus petit que la femelle, c'est celle-ci qui le cherche, s'attache à l'extrémité postérieure & supérieure de son corps, le mâle l'entraîne alors, & se meut dans l'eau avec beaucoup de rapidité, ils restent unis ainsi pendant plusieurs jours : tant que le mâle continue de nager, la femelle paroît immobile & se laisse entraîner, s'il s'arrête, elle l'agite, lui donne quelques secousses & alors il recommence sa course.

La classification de ces insectes est difficile & incertaine, les caractères qui paroissent devoir servir à la former, mettent quelquefois le mâle & la femelle dans des classes différentes. D'un autre côté, M. Muller re-

marque que l'union entre deux inſectes n'eſt peut-être pas ſuffiſante pour décider s'ils ſont de même eſpèce. Il a obſervé dans pluſieurs genres d'animaux de cette claſſe, des unions dont la légitimité lui paroît fort ſuſpecte.

Ce Mémoire ſur les Tiques n'eſt que le commencement du travail de M. Muller, qui ſe propoſe d'obſerver plus long-temps, & avec plus de ſcrupule encore, ces animaux que les Naturaliſtes qui les connoiſſoient & qui même avoient décrit quelques eſpèces, n'avoient pas ſoumis à des obſervations ſuivies.

ERRATA.

Pages.	Lignes.		Lisez.
3	19	*Chandoir*	*Chaudoir*,
	2[illegible]	S.... *Selgafma*	J.... *Selgafine*,
4	1	*Yffey*,	[illegible]
7	5 *d'en bas*.	de fufpendre	de les fufpendre
8	dern.	& l'aiguille	de l'aiguille
13	2 *d'en bas*.	p. 288	p. 188.
14	§. [illegible], *l*. 1	17[illegible]	1716,
	§. 9, *l*. 1 *& ail*.	*Bougue*	*Bouguer*
	dern.	173[illegible]	1731.
15	3	tortillé	évuidé,
	§. 1[illegible], *l*. 2	1735	1731,
19	1	*Krajtenftein*	*Kratzenftein*
	13	1775	1771,
20	6	différence	préférence,
22	3	comme le finus	eft comme le finus
25	[illegible]	$45''$	$45'$
	7 *d'en bas*.	AC c	AC
26	§. 24, *l*. 2	4 pieds 78 lignes	4 pouces 7.8 lignes,
28	*en marge*	FIG. 4, 8	FIG. 4, 5
	12 *d'en bas*.	4.95 39	4.9539
31	7	N.° 5	N.° 1,
	Exp. XVI, *l*. 1	N.° 2	N.° 3,
32	6	particule A	particule B (*fig*. 1.)
	§. 32, *l*. 4	T	λ
	6	β	λ
38	3 *d'en bas*.	$l-2r$	$l-zr$,
39	§. 38, *l*. 4	$\lambda-2r=r$ ou $2=\lambda-r$	$\lambda-zr=r$ ou $z=\lambda-r$
40	9	br	$6r$,
41	4 *d'en bas*.	$n^2=m^2$	$n=m^2$
42	7 *d'en bas*.	$n=2.35$	$n=1.5$
	6	$x=4.861$	$x=4.561$
46	§. 51, *l*. 7	4 pouces	3 pouces
48	§. 55, *l*. 3	b ($3xll$ &c.	b ($3xl$ &c.
53	§. 61, *l*. 5	$m+B$	$m+3$
56	2 *d'en bas*.	$r(l+\lambda)\lambda^2$	$r(l+\lambda)-\lambda^2$
60	§. 67, *l*. 4	$a(-3x(-l$ &c.	$a(-3x(l$ &c.
62	§. 71, *l*. 5	$3la$	$3lar$
	dern.	$=\lambda$	& λ
63	§. 73, *l*. 4	$3x(n-1+\frac{L(m+3)}{m+1}$	$3x(n-m)+\frac{L(m^2+3m)}{m+1}$
65	22	96 715	967.5
69	§. 79, *l*. 10	[illegible]	47^c
	20	2[illegible]	291.2
	21	243.375	343.375

Pages.	Lignes.		Lisez.
70	17	$\frac{nLb}{m+1}\left(3+\frac{4L}{m+1}\right)$	$\frac{nLb}{m+1}\left(\frac{4L}{m+1}\right)$
	3 *d'en bas.*	on trouve =	on trouve $x=$
76	6	$EA=l$, $Bc=\lambda$	$CA=l'$; $BC=\lambda'$
77	6	$\frac{l}{r}\times\frac{rl'}{r}$	$\frac{l}{r}\times\frac{rl'}{l}$
78	4 *d'en bas.*	néceſſaire	contraire
79	3	oppoſition	expoſition
	§. 88, *l.* 5	*1766*	*1776*
82	3	Bb	B*ſs*
	§. 91, *l.* 4	$x+L+\lambda'+L$	$x+L+\lambda+\lambda'+l$
	dern.	$3r\lambda$	$3r\lambda'$
	§. 92, *l.* 7	Be	B*ls*
	réſult.	$z=r$	$z=x$
83	6	$-l\lambda$	$-b\lambda$
84	4	douze	treize
	§. 95, *l.* 6	q pour p	q^2 pour p
85	note (*l*)	*Zchier*	*Zeiher*
87	2 *à la fin.*	$-2b'^2$	$2b\lambda'^2$
	§. 101, *l.* 1	L=yL	L=yl
	l. 6	$-3g$	$3y$
92	§. 111, 5.º *l.* 1	ſelon que toute	ſelon toute
93	§. 112, *l.* 3	de la ſeconde à la troiſième	de la ſeconde à la première,
	note (*r*)	p. 114	p. 144
97	12	devenu boréal	devenu auſtral
99	§. 121, *l.* 5	*Fig.* 56	*fig.* 15
101	3	N.º 4	N.º 2
	§. 123, *l.* 8	7 p. 27 l.	7 p. 2.7 l.
106	10	4 p. 9.9 l.	4 p. 8.59 l.
107	5	par	pour
108	21	par	pour
113	9	97.º 15	37.º 15
115	9 *d'en bas.*	226 .... dix fois	2. 26 .... deux fois
116	§. 139, *l.* 3	m^2g .... mg	m^2y .... my
	8	B	cB
120	§. 143, *l.* 7	égal à BcA	parallèle à BCA
121	1	Tang. bCc'	Tang. Cbc'
	§. 145, *l.* 2	aQλ, Qbę, Cbę	*a*QR, QbP, CbP
	3	bCb	bCB
125	§. 153, *l.* 11	37'	3' O
	§. 154, *l.* 4	qui puiſſe	qui ne puiſſe
127	Exp. 94, *l.* 3	22.º 13	22.º 10'
132	6	de l'A. c M m	de la Mm
134	14	C=b	gC=b
	19	aCT=*o*	aCT=*a*
137	5	y c B	y CB
	12	C*b*R	C*b*Q
	13	CB	C*β*, & liſez dans le reſte du §. *β* au lieu de B, exceptez dans les deux analogies pour *a*QR.

Pages.	*Lignes.*		*Lisez.*
136	2 *d'en bas*	par exemple	par expérience
142	§. 176, *l.* 11	u c^2	4 c^2
143	3	$(n-1)$	$(n-m)$
	§. 177, *l.* 5.	*dernier terme* : 2 T^2	2 T^3
144	5	Tc — Tc′ y′c′ =	Tc′ — Tc′. Ty =
	8	$\frac{b. \text{tang.} 2T}{bc'}$ (jb + &c.	$\frac{b. \text{tang.} 2}{bc'}$ (xb + &c.
	12	$n - m^2$	$n + m^2$
146	7 & 8	CT à *ba*	CT perpendiculaire à *ba*
	pénult	il regarde	s'il regarde
147	§. 184, *l.* 4	parvis	parois
148	Exp. 112	BCB = 6.° 5.°	BCb = 6.° 50′
	§. 186, *l.* 5.	*y*CB = 5.° 5	*y*CB = 5.° 9
		yCB = 15.° 18	yCB = 19.° 18′
149	Exp. 115, *l.* 3	BCB = 6.° 82	BCb = 6.° 52.
151	§. 188, 5.°	*tang.* (28.° 36′)	*tang.* (30.° 12)
152	§. 189, *l.* 13	19	11
153	§. 191, *l.* 2.	ς =	ξ =
	dern.	81′	8′
154	7	aT = 2.8	aT = 2.5
	§. 192, *l.* 3.	1 p. 1 ½ l.	1 p. 1 ¼ l.
155	§. 193, 5.° *l.* 3	même	menée
160	§. 200, *l.* 6.	BCB	B′CB
164	§. 205, *l.* 6, 8	ſCA	SCA
165	§. 206, *l.* 12	16. 16 $\frac{1}{7}$	13.° 16 $\frac{1}{3}$
166	§. 207, 208	au lieu de k	k′
167	8	26.° 32	26.° 52′
169	7	*atque*	*æque*
	4 *d'en bas.*	Bß*aa*	B*x*
171	3	7 ½″	9 ½″
175	2 *d'en bas.*	à ſon épaiſſeur	ſelon ſon épaiſſeur
178	§. 226, *l.* 12.	+ BLλ *ſin.* g	+ BLλ *ſin.* y
	17	5. 8648	5.0648
180	11	que ſCA.	SCA.
	§. 229, *l.* 3.	*d*CS	*d*CS
181	1	αjA, πϱA	αγA, λμA
185	3 *d'en bas.*	B	BC
186	dern.	elles	ils
187	17	*ſin.* (E — *x*)	*ſin.* (E + *x*)
190	§. 242, *l.* 4.	ſeul	ſuite
194	§. 247, *l.* 14.	ſelon les poles mêmes	ſelon que les Poles mêmes
199	§. 256, *l.* 4.	ci-deſſus	ci-deſſus, §. 121 ſeq., & ci-deſſous §. 259, 4.°
200	note *(o)*	Vol. XXXIX, *p.* 467	Vol. LIX, *p.* 483
202	§. 260, *add.*	*Fig.* 36	*Fig.* 36 +
204	5	*Wilche*	*Wilcke*
205	note *(a)* *l* 2	VII	*p.* CVII
	— *(u)*	*Lugeleere* .... JD	*Vitgeleeze* .... Tome I.
	— *(y)*	*p.* 483	*p.* 453

Pages.	Lignes.		Lisez.
206	note (z)..	art. XVII..............	*Artificiels*, p. 17
	§. 266, *l.* 5.	centre..................	Méridien
208	10........	*Hork*, ...	*Hook*
		Transposez les lettres g & f	*des notes.*
209	22........	le quart................	le quarré
210	22........	4 *n b l*.................	4 *n b l'*
212	§. 274, *l.* 1.	248 *l*..................	2.45 *l*
214	§. 277, N.° 72. col. *n.*	1.183..................	1.083
225	5.......	par son.................	par leur
227	§. 290, *l.* 1.	les Chambres............	les Membres
231	6.......	7 *p.* 1. 7 *l.*.............	7 *p.* 5. 7 *l.*
232	11........	48.°....................	45.°
234	§. 301, *l.* 9.	*Wan-swinden*...........	*Vanswinden*
239	§. 309, *l.* 11	§. 217.................	§. 287
240	§. 340, *l.* 2.	*Leiher*.................	*Xeiher*
244	6.......	*l m*....................	*n m*
248	Exp. CXC..	1774...................	1775
253	18.......	6 6'....................	*b b'*
	6 *d'en bas*..	18.°....................	180.°
257	*en marge*..	FIG. 47.................	FIG. 49

275 *N.ª* Les nombres de la deuxième colonne de la Table, depuis ceux qui répondent à la quatrième minute jusqu'à la trente-cinquième, doivent être placés une ligne plus bas, de façon que 688 réponde à 5', & 115 à 30'; pour 4' il faut substituer 859.

275	*dern. col.* de la Table.	28.2 *p.*................	28.8 *p.*
	pénult...	l'ajuste................	s'ajuste
	dern.....	sonde..................	soude
277	dern.,...	14° + 25'..............	N.° 1, 14° + 25'
288	§. 358, *l.* 1.	1776...................	1775
289	12 *d'en bas.*	seroit multiple..........	seroit le même multiple
293	9 *d'en bas.*	magnétique.............	magnétisme
294	§. 366, *l.* 6.	5.00...................	500
296	§. 369, *l.* 14	— 50".................	5"
	§. 370, *l.* 3.	25.....................	35
301	2........	*Elésius*.................	*Elvius*
304	§. 6, *l.* 1...	*Hanis*..................	*Harris*
308	col. 3, 3ᵉ Tr.	13.....................	15
309	prem. col.. soir.....	*Septembre* 29.8...........	59.8
312	§. 14, *l.* 3..	1771...................	1774.
	dern......	jusqu'alors petite.........	jusqu'alors, & même jusqu'en Septembre 1775, petite
313	§. 15, *l.* 11.	un matin................	au matin
	2 *d'en bas.*	18'.....................	15'
315	§. 17, *l.* 12.	3......................	30.°
323	3.......	de la Table..............	de la Table XLII.

Pages	Lignes		Lisez
	Table 1 col. Somme . .	*Avril* 20	30
326	col. dern. .	352	252
327	Table, col. dern.	*pour Janvier* 9	29
328	Table, *l.* 2, col. 9 h. .	21	27
330	§. 38, *l.* 6.	*Sivendenborg*	*Suendenborg*
332	3 *d'en bas*.	avoir là-deſſus	avoir fait là-deſſus
334	§. 45, *l.* 11.	encore en heure	encore d'heure en heure
337	§. 48, *l.* 9. .	a ordinairement	a marqué ordinairement
338	14	MM Du	MM D. W.
345	4	6^h du ſoir	10^h du ſoir
365	§. 74, *l.* 6.	deux fois	onze fois
366	3	deux fois	onze fois
	§. 75, *l.* 7. .	deux fois	onze fois
379	9 *d'en bas*.	*liſez* : le 5 Août 1773 var. de 6^h à 7^h 6'O : de 7^h à 8^h *ſtàti* de 8^h à 9^h 1'O : de 9^h à 10^h 5'E le 7 Août 1773 var. de 6 à 7^h 6'O : de 7^h à 8^h + 7'E	
	pénult	15	16
371	§. 80, *l.* 1.	N.° 2	N.° 1
372	§. 82	36.	364
373	§. 83, *l.* 3. .	363	364
374	5	363	364
	dern.	186	116
376	2	deux	vingt-un
	§. 86, *l.* 25.	cinq fois . . . . huit fois . . .	ſix fois . . . . douze fois
	dern	ſept fois	huit fois
377	5	Décembre 1774	Décembre 1771
380	*à la fin*. . .	1771 & 1772	1772 & 1773
393	20	0.18	0.018
396	FIN *de* . . . *la Table* . .	253	153
400	*Table*	20, Octobre	14, Octobre
		11, Décembre	17 Décembre
		II Sem. *col.* 2. 18	28
414	*Table*	Août, *dern. col.* 5	1
		IV Trim. *dern. col.* 1	3
419	*Table, col pénult* . . .	10	9
422	§. 157, *l.* 5.	27, 78	27, 785
432	1	Les colomnes	Les col. de la Table XLIII.
452	§. 176, *l.* 14	Je ne ſuis	Je ne ſuis pas
454	*Table*	Février 3.ᵉ col. — 2	— 4
457	10	comparaiſon	propoſition.
	§. 181, *l.* 7.	La Table	La Table XLIX.
458	§. 181 *à la fin*, ...	*Franeker*, 6 . . 13 . . 27 . . .	31 . . 19 . . 5
	§. 182, *lig.* 14 *col.* 3. .	1.77	3.77

Pages.	Lignes.		Lisez.
462	*Table....*	*Juin*, 80	86
463	*Table....*	1775, Fev. le 2, 24, VIII.	27, VIII
		Mars, 7, 22, VIII.	28, VIII
		Avril, 20, 20, VII.	10, VII
		1774, Juillet, 12, 19, II.	29, II
		13. 10, III.	49, VII
465	11 *d'en bas.*	1764	1774
468	9	moyen magnétique	noyeau magnétique
473	§. 209, *l.* 2.	21	25

N. Le renvoi (*m*) doit être placé à la première ligne du §., & le renvoi (*n*) doit être où est (*m*).

Pages.	Lignes.		Lisez.
475	12	*Jornec*	*Tornea*
481	5	Or cette	Or c'est cette
486	4	Janvier	Juillet
487	7 du §. 216.	10° +	18° +
488	2	*sin.* 95° : *cos.*	*sin.* 75° : *cos.* 75°
493	12	très-probable	peu probable
	13	Tene	Terre
	Table l. 4.	70	75.
	4, 3 *d'en bas.*	46 — 21 — 34 — 90	48 — 30 ... 13 ... 91
		61 — 1 — 30 — 90	53 ... 25 ... 13 ... 91
496	*Table, l.* 21 col. 6	2	3.7
	col. 9	2.8|2.8	2.8|2.7
	22, col. 8.	4.26	4.26|3.7
499	3	N° 2 deux fois	N° 11 deux fois
501	4	417	419
502	6 *d'en bas.*	90	91
	5 *d'en bas.*	1 ... 90	1 ... 91
505	4 *d'en bas.*	1772	1732
507	1	faites en	faites à *Sparendam* en
511	§. 241, *l.* 6.	le changement de déclinaison	le changement de déclinaison moyenne
512	1 *dern. col.*	+ 6	*effacez ce chiffre.*
	10	— 1.46	*effacez ces chiffres.*
	11	— 46	+ 1.46
	12	— 21	— 1.21
513	*Table....*	Juin — Juillet — 4	— 5
		Janv. — Févr. — ½	— 1½
516	§. 247, *l.* 7.	a lieu depuis	a lieu; depuis
518	*Avril, l.* 4.	28	25
520	*dern.*	*Luneo*	*Cuneo*
521	§. 251, *l.* 5.	11	22
	Avril, l. 1	13	23
523	§. 252 *Avril, l.* 1.	4, 12, 13 ... 8, 9, 16	1, 4, 13 ... 5, 9, 28
	4	4	40
	Mai, l. 1.	12. 19	23, 29
524	*Mars* 1774.	24|25 ... 19	16

Pages.	Lignes.		Lisez.
525	§. 254, *l.* 7.	pris	près
527	6	12.° 20′	12° 15′
	11	12.° 1′	12.° 15′
	3 *d'en bas.*	15.° 10′ le 15e	14.° 10′ le 19e
528	6	à Sparendam de 20.° 38′	à Sparemdam de 20.° 8′ différence de 2.° 38′
529	*Table, col.* 1 du *Max.*	ajoutez pour Novembre	22°
	§. 260, *col.* Franeker	Nov. Décem. 32. 2 E.	5. 5′ E.
532	5	13.° 30″	13′ 30″
533	19	9.° 1 E.	19.° 1′ S.
	note *(o)*	Tome IV	Tome II
535	§. 269, *l.* 4.	8.° 36′ E.	8.° 36′ S.
	9	1772	1771
	§. 270, *l.* 4.	juſſari	Juſſari
536	dern.	3.° 35′	5.° 35′
	Ibid.	qu'il croit	qu'il croit devoir attribuer à l'influence de quelques mines
537	3	23 Juin	25 Juin
	6	44.° 10′	74.° 10′
538	§. 273, *l.* 3.	188	158
539	note *(h)*	*p.* 83 *in-12*	*p.* 83. 84
540	10	effacez le renvoi *(n).*	
	15	*(o)*	*(n)*
	§. 276, *l.* 3.	placez-y le renvoi	*(o)*
	4	18′	15.°
542	13	tomber	tonner
	§. 278, *l.* 3.	10.° 30	10.° 50′
	4	19° 50′	19.° 45.
546	note *(r)*	*(Nao* attractive)	*(New Attractive)*
547	1	*Neloa*	*Ulloa*
	§. 285, *l.* 7.	10.° 45	12°. 45′
		changement de 2^{d} 45′ &c.	changement de 4.° 45′ ou de 9′ $\frac{1}{2}$ par an
550	3	1668	1698
	4	1670	1700
	note *(p)*.	N.° 1756	Année 1756
553	note *(t) l.* 1.	30.° 35′	3.° 35′
	(u)	10.° 30′	11.° 30′
554	Marſeille.	1638	1636
		8. 15′	8. 75′
556	§. 295, *l.* 7.	18.°	15.°
557	§. 297, *l.* 6.	5, 10	0, 5, 10
558	§. 298, *l.* 5.	1180	5184
559	5	68	65.°
	6	94	115.°
563	7.	*Lepinus*	*Æpinus*
565	2	Baſſin	Baffin

Pages.	Lignes.		Lisez.
265	3	Avant, au	Quant aux
	dern.	l'Aiguille soutenue	L'Aiguille se seroit soutenue
566	note *(r)*	Tome L.	Tome XXX
568	§. 308, *l.* 5.	pareillement	parallélement
571	6	les éviter	les moyens de les éviter :

ADDITION

Pour la seconde Partie, §. 14, *page* 313.

Le P. Cotte a continué ses Observations en 1776, 1777, & 1778, & il les continue encore actuellement avec la même exactitude. *La Variation diurne réglée* a eu *complètement* lieu à *Montmorenci*, pendant tout ce temps. Le P. *Cotte* a même poussé le zèle, jusqu'à s'assujétir, depuis le commencement de 1778, à faire des Observations d'heure en heure, depuis quatre heures du matin, jusqu'à huit heures du soir, & il a eu la complaisance de me les communiquer. Ces Observations ont présenté, en général, les mêmes phénomènes que celles que je fais ici, & elles paroissent assujéties aux mêmes loix. On en trouve un résumé dans la *Connoissance des Temps*, pour 1781, *page* 389. Qu'il me soit permis de saisir cette occasion pour faire part au Public des obligations que j'ai au P. *Cotte* depuis que j'ai l'honneur d'être en liaison avec lui : je sens vivement quel avantage c'est pour moi, d'être en correspondance avec un Observateur aussi distingué ; & je ne saurois dire quels secours je retire continuellement de ses lumières.

De l'Imprimerie de la Veuve Hérissant, Imprimeur du Cabinet du ROI, Maison & Bâtimens de SA MAJESTÉ; 1779.

RECHERCHES
SUR
LES AIGUILLES AIMANTÉES,
ET SUR
LEURS VARIATIONS RÉGULIÈRES,
QUI ONT PARTAGÉ LE PRIX PROPOSÉ POUR L'ANNÉE 1777.

Etiam non assecutis, voluisse, abunde pulchrum atque magnificum est.
PLIN. Præf. Hist. Nat.

Par M. VAN-SWINDEN,
Professeur de Philosophie à Franeker en Frise, & Membre de la Société des Sciences de Hollande.

AVERTISSEMENT
DE L'AUTEUR.

COMME il me paroît juste de rendre à chacun ce qui lui est dû, j'ai cru devoir placer ici les noms de ceux qui m'ont aidé dans mes observations, ou dans quelqu'autre partie de mon travail. Je me fais un devoir & un plaisir de leur témoigner publiquement ma reconnoissance.

I.^{RE} PARTIE. §. 313. L'Ouvrier dont je me suis servi, & dont l'habileté & le génie m'ont été d'un grand secours, est *Idsardus Van-den-Velden*, demeurant à Franeker.

§. 325. M. *May*, Capitaine de haut-bord, au service de la République.

II^{DE} PARTIE. § 24. L'ami dont il est parlé ici, est mon Frère, *Siméon-Pierre Van-Swinden*, Avocat à la Haye. Les liaisons qu'il y a entre nous, me défendent tout éloge.

§. 49. *D.L.* M. *Guillaume De Lille*, Docteur en Droit & en Philosophie, actuellement Secrétaire de la Ville de Steenwik, en Overyssel.

C.. M. *Chandoir*,
S. . . . . *Selgersma*,
Ms. . . . *Mensonides*,
M. . . . . *Meese*,
S. . . . . *Sardor*,

} Étudians, mes disciples & mes amis, jeunes Gens de beaucoup de mérite. M. *Meese* est le même Botaniste dont j'ai publié les Expériences, dans le *Journal de Physique* de l'Abbé *Rozier*, Décembre 1775, & Janvier, Février 1776.

D. W. M. *De Wal*, Docteur en Philosophie, aussi mon disciple, homme d'un mérite peu commun.

Y. M. *Yssey*, Docteur en Médecine & en Philosophie, Lecteur en Botanique en notre Université.

§. 55. M. *De Wal.*

§. 113. Mon Frère.

§. 204. M. *De Lille*, dont il a été parlé §. 45.

§. 225. M. *Engelman*, Docteur en Médecine, &c. homme d'un mérite connu, le même qui s'est chargé, à ma réquisition, de faire des observations horaires à Sparendam, qu'il me communique en détail régulièrement tous les mois. Je lui dois d'autant plus de reconnoissance, que je n'avois pas l'honneur d'en être connu personnellement, lorsqu'il a commencé ce travail.

§. 272. M. le Capitaine *May*, dont il a été parlé §. 321, homme du plus grand mérite.

Au reste, ayant été obligé de citer plus d'une fois (comme §. 32, & ailleurs) un de mes Ouvrages, je me suis vu forcé à parler de moi-même en tierce personne, & comme d'un étranger.

RECHERCHES
SUR
LES AIGUILLES AIMANTÉES,
ET SUR
LEURS VARIATIONS RÉGULIÈRES.

S'IL EST une branche de la Physique où les difficultés augmentent à mesure qu'on y fait plus de progrès, c'est assurément la *Magnétologie*. La découverte de la Boussole parut fournir aux Marins un moyen sûr pour se conduire, & pour trouver le vrai Nord en tout tems. On s'y fia très-long-tems sans y soupçonner la moindre erreur : peut-être s'apperçut-on seulement que le poids des lames aimantées rendoit leur mouvement trop lent, & peut-être fût-ce la raison pour laquelle on leur substitua des aiguilles en forme de losange, sans faire réflexion que c'étoit donner lieu à de nouveaux inconvéniens. Plus de trois siècles s'écoulèrent, avant que la déclinaison fut bien constatée *(a)*, & encore ne l'admit-on qu'après y avoir opposé

(a) La Boussole étoit connue en France dès l'année 1180, comme il paroît par les Poésies de *Hugues de Bercy* & de *Jean de Méhun*. Voyez les *Recherches de la France*, par *Pasquier*, Liv. V, chap. XXV, Tome I, p. 419. Le Pilote *Crignon* a fait mention de la Déclinaison, dès l'année 1534, comme il paroît

tout ce que les préjugés & de faux principes de Physique purent fournir d'argumens. Si cette découverte parut, d'un côté, diminuer l'usage de la Boussole, ou du moins en rendre l'usage plus difficile, en faisant voir qu'il falloit corriger à force d'observations les erreurs où l'Aiguille pourroit induire; elle parut de l'autre promettre un avantage bien précieux, celui de connoître les longitudes, au moyen des déclinaisons observées, supposé, comme on le crut sans peine, que ces déclinaisons fussent invariables dans les mêmes endroits, & l'on ne tarda pas à bâtir un grand nombre de systèmes sur ce sujet. Il fallut encore plus d'un siècle, avant que les Physiciens parvinssent à admettre que la déclinaison est variable dans les mêmes endroits *(b)*. Découverte qui ajouta de nouvelles dif-

---

par son Manuscrit, que cite M. *de l'Isle*, dans l'*Histoire de l'Académie*, de 1712, *p. 18*. Elle fut observée en Allemagne, par *Hartman*, en 1536. Voyez *Encyclopédie*, Art. *Aiguille aimantée*, Tome I, *p. 200*. Je n'ai pas été à portée de consulter le Manuscrit de *Pierre Adsigérius*, intitulé : *Epistola insuper rationibus Naturæ Magnetis*, dont il est fait mention par *Thévenot*, dans la IV.^e Partie de ses Voyages, &, d'après lui, dans le *Journal des Savans*, 1687, *p. 51*, Édit. *in-12*. Selon ce Manuscrit, qui se conserve dans la Bibliothéque de l'Université de *Leiden*, la Déclinaison auroit été observée dès 1269; mais il est certain qu'elle n'a été universellement admise que vers le milieu, ou vers la fin du XVI.^e siècle.

(b) Les observations faites à Paris, en 1550, 1580, 1650, auroient dû faire voir suffisamment que la Déclinaison est variable dans un même endroit; car la différence entre 1550 & 1580, monte à $3\frac{1}{2}°$, & de 1610 à 1650, à $5\frac{1}{2}°$ (*Voyez* Encycl. *loco cit.*). Cependant *Gilbert*, qui écrivoit en 1600, pensoit que la Déclinaison étoit constante. Les observations faites, en 1625, à Londres, par *Gellibrand*, furent regardées comme nouvelles (*Philos. Transact.* n.° 276, *p. 278*). Le Père *Grandamy* assuroit encore, en 1648, que la Déclinaison étoit constante, & il attribuoit les différences qu'on y remarquoit, à des erreurs d'observation (*De immob. Telluris*, p. 73). Le célèbre *Gassendi* s'appliqua lui-même à cette recherche, & il trouva la Déclinaison plus petite à Paris, à Aix, & à Marseille, qu'on ne l'y avoit trouvée avant lui, ainsi qu'il s'en explique dans une Lettre, écrite au P. *Kircher*, en 1640, & insérée dans ses Œuvres, *Tome VI, p. 98*: il la termine par dire, qu'il paroît, par ces observations, que la Déclinaison diminue, comme on marquoit que cela avoit lieu en Angleterre. Et en effet M. *Hook* rapporte (*Posthum works publishd. by Waller*, p. 483), qu'en 1631, M. *Forster*, & d'autres, trouvèrent des changemens dans la Déclinaison. On conclura aisément de ce que nous venons de dire, que la Variation de Déclinaison n'étoit pas encore universellement admise en 1645.

ficultés à l'usage de la Boussole, & fit presqu'entiérement évanouir toute espérance de trouver les longitudes à l'aide des Aiguilles aimantées. Ce n'est enfin que depuis très-peu d'années, que des observations nous ont fait voir que l'Aiguille est sujette à des variations diurnes régulières, très-sensibles, souvent considérables, & que l'aurore boréale y produit des agitations de plusieurs degrés *(c)*. L'usage de la Boussole en est devenu plus délicat, plus difficile, & peut-être moins utile pour la recherche des longitudes : utilité qui semble encore diminuée par les différences que l'on remarque entre les déclinaisons, qu'indiquent différentes Aiguilles, à quelque point de perfection que celles-ci paroissent déjà portées par les soins de plusieurs célèbres Physiciens.

Mais, quelles que soient les variations auxquelles les Aiguilles aimantées sont sujettes, & les irrégularités que leur différente construction produit, l'usage de la Boussole n'en seroit cependant pas moins utile si ces variations étoient bien connues, & si l'on trouvoit moyen de détruire ou d'évaluer ces irrégularités. La perfection des Aiguilles aimantées & la connoissance de leurs mouvemens sont donc un des objets les plus importans dont les Physiciens puissent s'occuper. L'utilité qui en résulteroit pour la Physique, & sur-tout pour la navigation, si l'on pouvoit avoir des connoissances *certaines* sur cet objet, est, sans doute, ce qui a engagé l'illustre Académie des Sciences à proposer pour le sujet du prix qu'elle devoit distribuer en 1775, cette question : « Quelle est la meil-» leure maniere de fabriquer des Aiguilles aimantées, de suspen-» dre, de s'assurer qu'elles sont dans le vrai méridien magnéti-» que, enfin de rendre raison de leurs variations régulières diur-» nes » ; & n'ayant pas été satisfaite des Mémoires qui lui avoient été présentés, à la proposer de nouveau pour 1777.

(c) Les premières expériences furent faites, en 1722 & 1723, par M. *Graham:* elles ont été répétées ensuite en Suède, & combinées, avec des observations sur l'action de l'Aurore Boréale, en 1742, 1743, &c. M. *Canton* en a fait de pareilles à Londres : & j'en ai fait plus de 40,000, dont je ferai usage dans la seconde Partie de cet Ouvrage.

Le desir de me rendre utile, & une ambition permise, même à un Philosophe, sont les motifs qui m'ont engagé à faire des recherches sur ce sujet, & à les soumettre au jugement de l'Académie. Heureux si, au défaut de son suffrage dont je n'ose me flatter, mon travail pouvoit du moins ne pas lui paroître indigne de lui être présenté. Heureux si des changemens considérables que j'y ai faits, pouvoient rendre cet ouvrage plus digne de l'attention de mes Juges, que lorsque j'ai pris la liberté de le leur offrir pour le premier concours.

Je diviserai cet ouvrage en deux parties, dans lesquelles je tâcherai de discuter avec soin les quatre articles que renferme la question proposée par l'Académie.

La premiere partie traitera de la fabrique des Aiguilles, de leur suspension, & des moyens de s'assurer qu'elles sont dans le vrai méridien magnétique.

La seconde contiendra des recherches étendues sur les variations régulières & l'Aiguille.

PREMIÈRE

PREMIERE PARTIE.

DE LA FABRIQUE DES AIGUILLES.

RÉFLEXIONS PRÉLIMINAIRES.

§. 1. LA QUESTION, *quelle eſt la meilleure manière de fabriquer des Aiguilles aimantées*, paroît au premier coup-d'œil une queſtion de pure pratique, & réſervée uniquement à ceux qui, occupés par état à en fabriquer, ont eu mille occaſions d'examiner de quelle façon il conviendroit de s'y prendre; mais, outre qu'en ſuivant cette méthode on s'en remettroit à une routine ſouvent aveugle & erronée, il ſemble que toute expérience, qui n'eſt pas fondée ſur des principes fixes & évidens, doit avoir peu de poids. Cette queſtion tient d'ailleurs à bien d'autres, qui ne ſauroient ſe décider que par des expériences faites à deſſein, & dirigées par des raiſonnemens mathématiques. Nous allons rechercher ce que la théorie & l'expérience nous enſeignent à ce ſujet.

§. 2. Ce que c'eſt que le Méridien magnétique.

§. 2. J'entendrai dans la ſuite par *direction magnétique*, ou *méridien magnétique*, ou ſimplement *méridien*, une ligne dans laquelle ſe placeroit une ligne droite *parfaitement libre*, en vertu de cette force générale qui dirige les Aiguilles, ſoit que cette ligne ſe dirige par une *force d'attraction*, proprement ainſi nommée, ſoit qu'elle ſe dirige par le *courant d'un fluide*, dont elle devient tangente : je ne m'arrêterai pas à l'examen de cette queſtion, qui me paroît étrangere à mon ſujet : je m'en tiendrai à l'idée *abſtraite* d'une force directrice quelle qu'elle ſoit : idée vraie, ſimple, indépendante de toute *hypo-*

thèse physique, & susceptible d'être soumise au calcul.

§. 3. Ce que c'est qu'une Aiguille parfaite.

§. 3. Si donc l'on avoit une ligne *mathématique libre*, qui n'eût d'aimanté que ses deux extrémités, c'est-à-dire, qui n'eût que deux poles magnétiques, un austral & un boréal, cette ligne se disposeroit d'elle-même dans le méridien (§. 2) : elle y reviendroit toujours dès qu'elle en seroit détournée : elle indiqueroit ce méridien en tout tems, quelque changement qui pût survenir à celui-ci : une pareille Aiguille seroit donc parfaite, & c'est une telle Aiguille que nous prendrons pour terme de comparaison dans toutes nos recherches.

Une Aiguille sera donc parfaite si elle remplit ces trois conditions.

1.° Si elle se dirige en tout tems dans le méridien magnétique.

2.° Si elle s'y dirige en tout tems avec le plus de force.

3.° Si elle ne souffre rien des causes qui pourroient y produire des changemens, ou du moins au cas que ces changemens soient inévitables, si elle leur résiste avec le plus d'efficace.

§. 4. Conditions qu'on doit remplir pour répondre à la question proposée.

§. 4. Je crois, en conséquence de ces réflexions préliminaires, qu'il faudra discuter avec le plus grand soin les quatre objets suivans, si l'on veut entreprendre de satisfaire en quelque sorte à la question proposée par l'Académie.

I. Il s'agira d'examiner, avant tout, quelle est la direction que doivent acquérir des Aiguilles de différentes figures, aimantées, suspendues, en un mot fabriquées diversement : quelle est la figure qu'une Aiguille doit avoir pour se diriger en tout tems dans le méridien, ou du moins, quelles sont les conditions sous lesquelles cela auroit lieu. Cette recherche est purement mathématique, & indépendante de toute hypothèse physique quelle qu'elle soit.

II. Il s'agira d'exposer en second lieu de quelle façon on

doit ſe conduire dans la pratique pour exécuter ce que la théorie exige : diſcuter juſqu'à quel point cette exécution eſt poſſible : évaluer à quoi peuvent ſe monter les erreurs qui réſulteroient d'une exécution moins parfaite. Indiquer enfin par quels moyens on peut s'aſſurer d'être parvenu à la perfection.

III. Il faudra déterminer enſuite les effets qui doivent réſulter, quant à la direction, des changemens de force auxquels les Aiguilles pourroient être ſujettes : examiner s'il y a des moyens de les détruire, ou du moins de les diminuer. Ces recherches ſont en partie mathématiques, & en partie purement phyſiques. *Mathématiques*, hypothétiquement, ſi tel ou tel changement de force a lieu ; *phyſiques*, parce qu'il s'agit de déterminer quels ſont les changemens auxquels les lames ſont *réellement* ſujettes, & d'examiner ſi ces changemens ſont inévitables ou non.

IV. A la diſcuſſion de ces quatre objets nous ajouterons encore quelques réflexions ſur les forces avec leſquelles les Aiguilles ſe dirigent, ſur le *maximum* de cette force, eu égard au concours de diverſes cauſes phyſiques & étrangeres, qui ſe combinent de différentes façons, & qui ſe détruiſent ſouvent en partie.

§. 5. On voit par ce que nous venons de dire, qu'il faut diſtinguer dans la fabrique des Aiguilles deux parties également eſſentielles : la première, qui dépend entiérement de l'artiſte, & qu'il peut diriger d'après des raiſonnemens mathématiques certains, roule ſur la figure, la ſuſpenſion, & juſqu'à un certain point ſur la façon d'aimanter. La ſeconde, qui n'eſt pas moins importante, qui peut même rendre inutiles, au moins en partie, tous les ſoins qu'on a pris dans l'exécution de la première, & qui, malheureuſement, eſt entiérement hors de la puiſſance de l'artiſte, c'eſt le changement de force auquel les Aiguilles ſont continuellement ſujettes, comme je le prouverai dans le Chap. XIII. Or ces forces paroiſſent d'autant moins aſſujetties à

§. 5. Conſéquence.

des régles connues juſqu'à préſent, qu'elles ſe font dans le même tems, en différens ſens, dans des lames très-à-peu-près égales.

§. 6. Ordre. §. 6. Nous allons employer tous nos ſoins à l'examen le plus détaillé & le plus exact qu'il nous ſera poſſible de faire de chacun des quatre objets que nous venons d'énoncer; & c'eſt à cauſe de cela que nous ne croyons pas pouvoir nous diſpenſer de diſcuter les expériences qui ont été faites juſqu'à ce jour ſur la figure des Aiguilles, & d'examiner les différentes concluſions qu'on en a déduites, quoique les Phyſiciens ſoient univerſellement d'accord aujourd'hui, que la figure des lames droites eſt la meilleure que les Aiguilles puiſſent avoir.

CHAPITRE PREMIER.

Exposition & Examen des Expériences faites par les Physiciens, sur la Figure des Aiguilles.

§. 1. On sait que peu de tems après qu'on eut découvert la vertu directrice de l'aimant, la Boussole ne consistoit qu'en un fil de fer aimanté fiché dans un fétu (*d*), & que ce ne fut que dans la suite qu'on imagina de suspendre l'Aiguille sur un stile. Cette Aiguille étoit faite d'une lame ou platine de fer (*e*), ensuite on y substitua un losange de fil de fer, par le moyen duquel on croyoit pouvoir connoître plus sûrement le chemin qu'on tenoit : mais, faute d'expériences exactes, les Physiciens ne paroissent avoir fait, pendant plus de quatre siécles, que s'éloigner ou se rapprocher plus ou moins du point où les premiers inventeurs en étoient restés (*f*). Aussi leurs opinions

§. 7. Sentiment des anciens Physiciens.

(*d*) Voyez *Pasquier*, à l'endroit cité ci-dessus, *p. 5*.

(*e*) C'est ce qui paroît par un passage d'*Osorius*, dans son Histoire du Portugal, intitulée : *Hieron. Osorii de Rebus Emmanuelis Regis Lusitaniæ*, Lib. XII, *Col. Agrip.* 1581, *in-8.º* Lib. 1, *p. 25 verso*, & *26*. Ce passage est très-curieux, à plusieurs égards : voici ce que dit *Osorius* des Aiguilles dont on se servoit anciennement. *Regula è ferro solertissime facta, tenuis & angusta*, &c. Et voici ce qu'il ajoute des Aiguilles inventées ensuite. *Aliam normæ rationem excogitarunt, qua possent exactius quem cursum in navigando tenerent, ratione perspicere : e virgulis ferreis figuram efficiunt lateribus paribus, angulis imparibus, in rhombi speciem deformatam. Huic unam ex superiore, alteram ex inferiore chartam orbiculatam adglutinabant.*

(*f*) C'est ce qui paroîtra en détail, si l'on consulte les Auteurs suivans.

Nautonnier, Mécométrie de l'Aimant, *Liv. III, chap. IV*, & p. 238.

Metius, de Arte Navigandi, *cap. IV*, p. 31.

Fournier, Hydrographie, *p. 402*, 2.e édit.

Kircher, Ars Magnetica, *Lib. I*, p. 288.

Deschales, Mundus Mathematicus, *Lib. III, tract. XI, prop. 2.*

ſubirent-elles le ſort de tout ce qui n'eſt appuyé que ſur des principes vagues : elles ſe détruiſirent les unes les autres. Ce n'a été qu'au commencement de ce ſiècle qu'on s'eſt appliqué à traiter cette matière avec plus de ſoin, & M. *de la Hire* paroît être le premier qui ſe ſoit livré à cette recherche.

§. 8. Expérienc. de M. *La Hire*.

§. 8. Ce célèbre Phyſicien a fait, en 1705 & en 1706 (*g*), pluſieurs expériences avec différentes Aiguilles courbes, & avec des Aiguilles droites de différentes façons. Il en a réſulté que les Aiguilles courbes donnoient des déclinaiſons différentes entr'elles, & de celles que donnoient des Aiguilles droites, qui cependant n'indiquoient pas toutes le même point. Nous ferons uſage de ces expériences dans la ſuite.

M. *de la Hire* rejette auſſi les Aiguilles en forme de *navettes :* il trouve qu'elles ſont trop peſantes ſi elles ſont bien longues : il eſt perſuadé que les meilleures ſont celles qui ſont *faites d'un fil d'acier bien droit & un peu applati*, *pointu par les deux bouts*, *& aſſez étendues dans le milieu pour y percer un trou*, *& y ſouder une chapelle.*

Il rejette auſſi les Aiguilles qui ſont faites en forme de flèche, leſquelles portent à leurs extrémités deux pièces plus groſſes que le filet qui les joint. « Elles peuvent cauſer, dit-il, » des déclinaiſons différentes par la nature de l'acier de ces » pièces, qui peuvent ſe trouver aimantées diverſement, quoi» que ces ſortes d'Aiguilles paroiſſent en apparence plus mo» biles que les ſimples par les vibrations que font ces deux piè» ces ajoutées. » Cette aſſertion de M. *de la Hire* eſt fondée ſur des expériences qu'il fit avec des Aiguilles, qui eurent une déclinaiſon différente, après qu'on eût ajouté deux petits morceaux d'acier à leurs extrémités.

§. 9. Expériences de M. *Bougner*.

§. 9. M. *Bougner* a fait pluſieurs expériences ſur cette matière en 1735 (*h*). Il rejette entièrement les Aiguilles en forme

---

(*g*) Mémoires de l'Acad. *Ann. 1705*, p. 100, *Ann. 1716*, p. 10, *ſeq.*

(*h*) Diſſert. ſur la meilleure maniere d'obſerver, en Mer, la Déclin. *p. 5-7*; Piece qui a remporté le Prix en 1731 : *Recueil des Prix*, Tome II.

de losange : 1.° parce que la matière magnétique y trouve plus de difficulté, sur-tout si le losange est fait d'un morceau de tole tortillé par le milieu. 2.° Parce que les deux losanges étant joints par les poles de même nom, leur vertu diminue. 3.° Parce que la matière magnétique doit abandonner son *cours général* pour suivre les côtés du losange. Enfin 4.° parce que, quand un des côtés du losange perd de sa force, le losange prend une autre situation. En effet, ces parties font chacune effort pour se placer sur le méridien, & s'en empêchent mutuellement. Si la vertu d'une d'elles diminue, les autres prennent le dessus : ce que les expériences de M. *Bougner* confirment : car, en formant un losange de quatre fils de fer sur une rose, & ôtant ensuite un de ces fils, il a trouvé que la situation de la rose changeoit.

§. 10. Expériences de M. *Du Fay*.

§. 10. M. *du Fay* a aussi fait beaucoup d'expériences en 1735 (*i*), mais il n'entre dans aucun détail, & il s'est contenté d'en proposer le résultat, qui est, que les Aiguilles dont il se servoit ne s'arrêtoient pas toutes dans la même direction, & que leur *différente forme produisoit cette* différence.

§. 11. Expériences de M. *Musschenbroek*.

§. 11. M. *Musschenbroek* (*k*) a fait, en 1736, un grand nombre d'expériences sur des Aiguilles courbes : elles lui ont toutes fait voir que ces Aiguilles n'avoient pas la même déclinaison que des Aiguilles droites : j'en ferai usage dans la suite.

§. 12. Expériences de M. *Knight*.

§. 12. M. *Knitght* a fait beaucoup de réflexions & d'expériences sur la figure de losange qu'on donne aux Aiguilles : il les proposa en 1749, à l'occasion de l'examen qu'il fit d'une Boussole, dont les poles avoient été changés par la foudre (*l*).

Deux causes font, selon ce Physicien, que les Aiguilles en forme de losange peuvent être rendues inutiles : 1.° parce que leur vertu peut être détruite ; mais c'est, ce me semble, ce qu'elles ont de commun avec toutes les autres. 2.° Parce que

(*i*) Mém. de l'Acad. *Ann.* 1731, p. 420.

(*k*) Essai de Physique, §. 577.

(*l*) *Philos. Transact.* n.° 422, *p.* 114.

la foudre peut pousser ces Aiguilles dans une direction particulière. « Si, par exemple, dit-il, la foudre frappe l'Aiguille » dans la direction d'un des deux côtés parallèles du losange, » elle doit frapper les deux autres dans une *direction très-oblique*. La foudre détruit la polarité des deux premiers côtés, & leur en donne une nouvelle opposée à la précédente, » tandis que la polarité des deux autres côtés sera très-foible, » fût-elle renversée. Mais il est très-probable que la vertu se sera » placée obliquement dans la direction du coup. Dans l'un & » dans l'autre cas, ces deux côtés pourront contribuer à diriger la rose, mais ce sera très-peu, si tant est qu'ils y contribuent. Et si ces deux premiers côtés sont seuls capables » d'agir sur la rose, elle sera dirigée dans la direction de ces » deux côtés, ce qui produira une variation de quatre » rhumbs. »

§. 13. Autres Exp. de M. *Knight.*

§. 13. Lorsque M. *Knight* exposa, en 1750, la construction de sa nouvelle Boussole, il fit plusieurs expériences très-curieuses sur les Aiguilles formées en losange. Je vais les présenter en abrégé (*m*).

M. *Knight* aimanta vingt roses communes avec de forts barreaux : il les remit ensuite sur leurs styles, & les détourna de 90° de leurs directions. Après qu'elles se furent arrêtées, il trouva qu'elles en différoient toutes, les unes à l'E, les autres à l'O, quelquefois de 8 degrés : elles différoient même beaucoup entr'elles, & il n'y en avoit que deux qui marquoient le même point. En les détournant doucement de leurs directions, elles en restoient quelquefois écartées d'un rhumb entier : il y en eut même une dont la variation étoit de 7° à l'E, laquelle s'en trouva distante de 16°.

M. *Knight* expliqua tous ces faits par la trempe inégale des côtés du losange, & par l'action du magnétisme terrestre, qui augmente la force des côtés du losange qui, sont dans la direction du méridien. Mais tous ces raisonnemens que ce Physicien fait là-dessus nous paroissent hypothétiques & très-

(*m*) *Philos. Transact.* vol. 46, *p.* 506.

peu

peu justes : il ne seroit pas difficile de les refuter : cependant, comme ce détail nous meneroit trop loin, je ne crois pas devoir y entrer, & je me contenterai de remarquer que M. *Knight* conclut des expériences que nous venons de rapporter, que *les Aiguilles, qui sont des lames quarrées, sont les meilleures pour faire de bonnes Boussoles.*

§. 14. M.[rs] *du Hamel* & *Antheaume*, qui ont proposé, en 1750, différens moyens de perfectionner la Boussole, disent que la figure qui leur a paru la plus avantageuse pour les Aiguilles, est un *parallélogramme terminé par deux pointes fort obtuses, & qu'il convient de leur donner à-peu-près une demi-ligne d'épaisseur* (*n*) : mais ces Physiciens n'ont pas publié le détail des expériences qui les a portés à en juger ainsi. §. 14. Expériences de *Du Hamel* & *Antheaume.*

Depuis ce tems, M. *du Hamel* a employé une autre méthode : il se sert d'une Aiguille de 12 pouces, qui, au lieu d'être suspendue à plat, est placée de champ, de manière que sa plus petite épaisseur est perpendiculaire au plan de la boîte, & cela afin d'éviter les inconvéniens qui résultent des différentes sinuosités qui se trouvent dans les fils de l'acier, & qui dérangent le cours de la manière magnétique (*o*).

§. 15. M. *Fleurieu*, qui a fait un grand nombre de très-bonnes réflexions sur la Boussole, la déclinaison, & les manières de l'observer (*p*), conseille de donner aux Aiguilles la forme d'un barreau applati, taillé en pointe à chaque extrémité, de six pouces de longueur, de trois ou quatre lignes de largeur, sur une demi-ligne d'épaisseur. Cette lame doit être faite d'un acier fin & trempé très-pur. L'auteur conseille d'employer cette construction, afin que l'Aiguille soit moins sujette aux dérangemens que lui pourroient causer les particules de fer contenues dans la boîte qui renferme l'Aiguille : « car, §. 15. Sentiment de M. *Fleurieu.*

(*n*) Mémoires de l'Acad. *Ann. 1750*, p. 162.

(*o*) Traité de Météorologie, du P. *Cotte*, p. 212.

(*p*) Voyage pour l'épreuve des Montres marines, *Tome I, p. 681*, à la fin des *Remarques sur la Déclinaison de l'Aiguille.*

» dit-il, ce barreau contenant dans un plus grand volume une » plus grande quantité de fluide magnétique, que ne peuvent » en contenir les Aiguilles ordinaires, maîtrisera les petites » actions des corps circonvoisins. » Mais si cela est, alors une pareille Aiguille devroit, au moins de ce chef, être aussi moins détournée par de grandes masses de fer, que ne le sont des Aiguilles ordinaires plus petites : ce qui cependant est entièrement opposé à ce qu'établit l'auteur lui-même, quand il dit, « de grandes masses de fer, telles que les canons, les chandeliers de bastengage, &c. peuvent donner à l'Aiguille une » direction différente de celle qu'elle affecteroit, si elle étoit » livrée à elle-même : les Aiguilles les plus parfaites, doivent » éprouver le dérangement le plus sensible : car plus elles sont » chargées d'aimant, plus leur sphère d'activité s'étend loin (*q*). » Mais nous ferons voir dans la suite (§. 35 *& suiv.*) que les mêmes Aiguilles sont également détournées, qu'elles aient peu de vertu ou qu'elles en aient beaucoup.

§. 16. Expériences de M. *Lous*.

§ 16. M. *Lous* a publié, en 1773, un Traité extrêmement curieux sur les Aiguilles de Boussole (*r*). Il donne la préférence à des Aiguilles composées de plusieurs barreaux aimantés, placés parallélement les unes aux autres, & de part & d'autre à égales distances du centre de mouvement, sur une latte de bois ou de cuivre, dans laquelle la chappe est posée, & sur laquelle ces barreaux sont perpendiculaires. M. *Lous* a été porté à cette construction, parce qu'il a trouvé que des Aiguilles, ainsi composées, se dirigent vers le méridien avec plus de force : car, en ce cas, la somme des forces accroît en plus grande raison que celles des masses, au lieu que dans des Aiguilles simples, les masses augmentent en plus grande raison que les forces qui leur peuvent être communiquées. Les expériences que M. *Lous* a faites sur cette matière, sont extrême-

---

(*q*) Au commencement des *Remarques* citées note (*p*).

(*r*) *Tentamina Experim. ad Compassum perficiendum*; à Christ. Car. Lous. *Hafniæ*, 1773, *in*-4°.

ment intéressantes. Il dit aussi avoir trouvé que ces Aiguilles se dirigent exactement dans le méridien. Dans la suite (Chap. IX, §. 210 & *suiv.*) nous examinerons ce dernier article en détail, & nous indiquerons les conditions sous lesquelles cet effet peut avoir lieu.

M. *Blondeau*, qui attribue ces Aiguilles composées à M. le Professeur *Krascenstein* de Copenhague, leur donne son approbation, parce qu'étant détournées de leur direction, elles font plus d'oscillations que les autres, & parce qu'elles ont de plus l'avantage d'être moins dérangées l'une par l'autre (*f*).

Je vois, par la page 37 du second Volume des *Mémoires de l'Académie de Dijon*, que M. de *Morveau* a publié dans la feuille, nº 33 de l'*Avant-Coureur* de 1775, des réflexions sur les Boussoles à double Aiguille. Ne possédant pas cette feuille, j'ai prié un ami à Paris de m'en procurer un extrait : mais il m'a répondu qu'il ne se trouvoit rien sur ce sujet dans la feuille en question. Je suis très-mortifié qu'une erreur de citation me prive de la lecture d'une pièce qui, comme tout ce qui part de la plume de M. *de Morveau* ne peut être qu'excellente.

§. 17. Je viens de donner un court exposé des sentimens que les Auteurs dont j'ai connoissance, ont eu sur la figure, qu'il convient de donner aux Aiguilles. Il résulte de ce détail historique : §. 17. Conclusion.

1.º Que, selon les expériences de MM. *la Hire*, *du Fay* & *Muschenbroek*, les Aiguilles courbes donnent des déclinaisons différentes entr'elles, & de celles que donnent des Aiguilles droites.

2.º Que, selon les expériences de M. *Bougner*, des Aiguilles en forme de losange acquièrent une direction différente de celle qu'elles ont, si un de leurs côtés vient à changer de force.

3.º Que, selon les expériences de M. *Knight*, des Aiguilles

(*f*) Mémoires de l'Acad. de Marine, *Tome I*, p. 419.

en forme de losange, acquièrent différentes directions, selon qu'elles ont plus ou moins de force.

4.° Enfin que les Physiciens modernes s'accordent assez à juger que des lames simples & droites, sont préférables à toute autre figure; mais qu'ils n'ont point indiqué les raisons de cette différence, ou que celles qu'ils en ont données ne sont pas suffisantes.

Je crois donc qu'il sera nécessaire de traiter cette matière de nouveau, de remonter aux vrais principes, & de donner un essai de théorie mathématique sur la figure qu'il convient de donner aux Aiguilles, pour qu'elles approchent de la perfection le plus qu'il sera possible. Je ne sache pas qu'aucun Physicien ait traité cette matière mathématiquement, ou même ait tenté de rappeller cette branche de la magnétologie à des principes *physico-mécaniques.*

CHAPITRE II.

Examen des Principes dont on doit se servir pour calculer le mouvement d'une Aiguille.

§. 18. Énumération des trois Principes.

§. 18. POUR expliquer clairement les principes dont nous nous servirons dans la suite, considérons l'Aiguille BCA, dont le centre magnétique coïncide parfaitement avec le centre de mouvement C, de façon que la partie CB soit boréale, & CA australe. Il est clair que l'Aiguille BCA s'approchera du méridien magnétique NCS, 1.° parce que le pole boréal B est attiré par le pole magnétique terrestre, qui est dans l'hémisphère boréal de la terre, & que le pole austral A en est repoussé : mouvemens qui se font dans le même sens. 2.° Parce que le pole austral A est attiré par le pole magnétique terrestre, qui est dans l'hémisphère austral, & que le pole boréal en est repoussé : mouvemens qui se font non-seulement dans le même sens, mais qui coïncident encore avec ceux qu'imprime à l'Aiguille l'action du pole magnétique terrestre boréal. Si l'on craignoit d'admettre une hypothèse trop vague en employant le magnétisme de la terre, on pourroit dire simplement que le pole boréal est attiré par la même force qui repousse l'austral, dans quelque point que cette force réside.

Cela posé, je dis qu'il faut avoir égard à trois élémens pour connoître *à priori*, & pour pouvoir calculer la force par laquelle une Aiguille se dirige vers le méridien, & la façon dont elle s'y dirige. Ces élémens sont, *le sinus d'incidence*, *la distance des parties au centre de mouvement*, & *la force propre de ces parties*. Nous allons tâcher de mettre ces principes dans tout leur jour.

PREMIER PRINCIPE.

§. 19.
Examen du premier Principe.

§. 19. On sait que la force avec laquelle une Aiguille s'approche du méridien NS, comme le sinus de l'*angle d'incidence* NCB. Ce principe coïncide avec celui de la *décomposition* des forces, & n'a par conséquent pas besoin de démonstration : il a d'ailleurs été confirmé par les expériences de M. *Lambert* (*t*). Ainsi, la force qui dirige une Aiguille détournée du méridien de 90°, sera le double de celle qui dirige une Aiguille qui n'en est détournée que de 30° : M. *Lous* a fait à ce sujet une expérience qui mérite d'être rapportée (*u*). Il suspendit à un fil de soie un barreau magnétique de six pouces, pesant 1740 grains. Il attacha à un pouce de l'extrémité de ce barreau un cheveu, qui passoit dessus un petit tube de verre horisontal. Le cheveu portoit deux tiers de grains, & ce poids étoit en équilibre avec la force qui dirigeoit l'Aiguille, quand celle-ci faisoit un angle de 45° avec le méridien. Cet angle étoit-il moindre, le poids entraînoit l'Aiguille : étoit-il plus grand, la force directrice entraînoit l'Aiguille & surpassoit la force du poids ? Ce principe est si clair, qu'il seroit inutile de s'y arrêter davantage : mais il est le seul auquel tous ceux qui ont écrit sur les Aiguilles aimantées aient fait attention : ils ne font mention d'aucun autre élément.

SECOND PRINCIPE.

§. 20.
Énonciation du Principe.

§. 20. Je dis, en second lieu, que la force avec laquelle une Aiguille aimantée se dirige, dépend de la distance de chaque particule au centre de mouvement. En effet, la force avec

---

(*t*) Mém. de Berlin, *Tome XXII*, p. 12. J'ai répété ces Expériences, & j'ai trouvé les mêmes résultats. Je crois qu'il est inutile de rapporter mes Expériences, parce qu'elles n'ajoutent rien à celles de M. *Lambert*.

(*u*) *Tentam. de Compassu Nautico*, p. 98. Je n'ai appris à connoître cet intéressant Ouvrage, qu'au mois d'Octobre 1774.

laquelle une Aiguille s'approche du méridien, eſt la ſomme des forces avec leſquelles s'approche chaque particule en particulier. Suppoſons donc une ligne droite BCA, mobile ſur le point C, & ſuppoſons une particule magnétique en D : il eſt clair que cette particule fera mouvoir vers le méridien la ligne BCA, tout comme le feroit une force étrangère quelconque, un poids, par exemple, comme celui employé dans l'expérience de M. *Lous* dont nous venons de parler (§. 19) : & il n'eſt pas moins certain que l'énergie de cette force, eſt, toutes choſes d'ailleurs égales, d'autant plus grande, que le point D eſt plus loin du centre, puiſqu'alors cette force agit au moyen d'un plus long levier : ainſi, la force de la particule D, ſera, de ce chef, & tout le reſte étant égal à celle de la particule E, comme DC : CE : la force magnétique n'eſt, à cet égard, pas différente de toute autre force : elle eſt aſſujettie aux mêmes régles. *Fig. 1.*

§. 21. Et ce qui prouve que ces particules agiſſent ici comme ſi elles étoient appliquées à des leviers, &, par conſéquent, proportionnellement à leurs diſtances au centre de mouvement, c'eſt qu'elles ſuivent cette loi lorſqu'elles ont des obſtacles à vaincre. Suppoſons, en effet, une Aiguille magnétique BCA, & appliquons-y un poids d'abord en D, puis en E. Ce poids augmente le frottement ſur le centre de mouvement, & rend auſſi l'inertie de l'Aiguille plus grande : ou plutôt elle augmente le nombre des particules inertes, c'eſt-à-dire, de celles qui ne ſont pas animées d'une force magnétique, ſur leſquelles la force directrice n'a pas de priſe, & qui, par conſéquent, ſont un véritable obſtacle à l'exercice de cette force. Or M. *Lous* a prouvé par expérience (*a*), qu'un même obſtacle agit avec d'autant plus d'efficace, qu'il eſt poſé à une plus grande diſtance du centre de mouvement. Il a employé une Aiguille de 24 grains & deux poids, chacun de 188 grains : de ſorte que le poids total étoit de 400 grains. §. 21. Preuve d'Expérience.

(*v*) *Loco cit.* p. 40.

L'Aiguille *nue* fit une oscillation toutes les. . . . . 5″

Les poids étant appliqués à égales distances près de la chappe, elle en fit une toutes les . . . . 8″

A la sixième partie de la longueur, ... $9\frac{1}{2}''$

Au tiers, ... 15″

Aux deux tiers, ... 28″

Aux extrémités, ... $37\frac{1}{2}''$

M. *Lous* conclut de ces expériences qu'une Aiguille magnétique agit comme levier.

§. 22. Expériences de l'Auteur.

§. 22. J'ai répété ces mêmes expériences, & comme elles sont assez détaillées, je présenterai le résultat de quelques-unes.

I. I.^re Expérience. J'ai employé, le 21 Février 1775, une Aiguille, n.° 3, du poids de 277 grains, longue de 9 pouces 8 lignes, mesure du Rhin *.

* Le pied du Rhin est au pied de France, comme 1390 à 1440.

Seule, elle faisoit cinq oscillations en . . . . 33″

Comme le centre magnétique, par où elle étoit suspendue, ne coïncidoit pas avec le centre de mouvement, il a fallu appliquer un contrepoids de 14 grains, sur le bras austral; mais je l'ai laissé dans les Expériences suivantes.

II. II. Expér. J'ai appliqué, à la moitié de chaque bras, un poids de 100 grains, j'ai eu 5 oscillations en. . . . . . . $45\frac{1}{2}''$

III. III. Expér. J'ai appliqué ces poids aux extrémités, l'Aiguille a fait 5 oscillations en. . . . . $64\frac{1}{2}''$

IV. IV. Expér. J'ai mis, à la moitié de chaque bras, un poids de 75 grains, j'ai eu 5 oscillations en . . . . 45″

V. V. Expér. J'ai mis ces mêmes poids aux extrémités, l'Aiguille a fait 5 oscillations en (*w*) . . . . $63\frac{1}{2}''$

(*w*) Le nombre d'oscillations suit, dans ces Expériences, à commencer par la seconde, à très-peu-près la raison sous-doublée des distances du contrepoids au centre de mouvement: mais cette proportion est très-différente dans celles de M. *Lous*; la proportion des distances y est. . 1, 2, 4, 6, dont les racines sont, à-peu-près, ... 1, 1.47, 2, 2.45, & la proportion des temps des oscillations est. . . . . 1, 1.58, 3, 4.

Il y a apparence que ces proportions diffèrent, selon la force des Aiguilles, & la pesanteur des contrepoids, relativement à cette force.

VI. Expér.

VI. Expér. Le 22 de Février, j'ai employé des poids de 30 grains; je les ai appliqués à la moitié de chaque bras, l'Aiguille a fait cinq oscillations en . . . . 37″ VI.

VII. Expér. Je les ai mis à l'extrémité, l'Aiguille a fait cinq oscillations en . . . . 48″ VII.

On voit par-là que les contrepoids sont des obstacles d'autant plus grands qu'ils sont plus éloignés du centre de mouvement, & qu'ils sont plus pesans, quoique cette dernière considération influe en beaucoup moindre raison que la précédente. Voici enfin deux expériences qui contiennent la combinaison de ces deux élémens.

VIII. Expér. J'ai mis, à l'extrémité boréale, un poids de 30 grains; j'ai mis, sur le bras austral, près du centre de mouvement, un contrepoids de 230 grains, l'Aiguille a fait cinq oscillations en . . . . 40″ VIII.

IX. Expér. J'ai mis, sur le bras austral, à une plus grande distance, un poids de 100 grains, l'Aiguille a fait cinq oscillations en . . . . 41″ IX.

Ces expériences confirment donc que les particules d'une Aiguille vainquent les obstacles avec d'autant plus de facilité, que ceux-ci sont moins éloignés du centre de mouvement.

§. 23. Le raisonnement que nous avons fait dans le §. 21, prouve notre thèse *à priori* : en voici d'autres qui, pour la prouver *à posteriori*, ne la prouvent cependant pas avec moins de force. §. 23. Seconde Preuve.

Si le centre magnétique c' ne coïncide pas avec le centre de mouvement C; la partie Bc' sera boréale, & les parties ACc & Cc' seront australes : ainsi, l'Aiguille s'approchera du méridien par les forces de Bc' & d'AC, & s'en éloignera par celle de Cc'. Si l'on suppose donc qu'il ne faille avoir égard qu'à ces seules forces, il est clair que l'aiguille s'approchera du méridien par l'excès de Bc' + AC sur Cc'. C'est aussi sur ce seul fondement que M. *Æpinus* appuie tout ce qu'il dit sur les Aiguilles de Boussoles dans la dissertation qu'il a écrite sur

ce sujet (*w**), & dans laquelle il considère principalement les défauts qui résultent d'Aiguilles à plusieurs poles.

Il suit de-là que si cet excès est nul, l'Aiguille ne pourra ni s'approcher ni s'éloigner du méridien, & qu'ainsi elle sera par-
Fig. 2. faitement indifférente. Supposons donc une Aiguille BCA, dont les deux parties B*c* & *c*A aient des forces égales, & dont le centre magnétique *c* coïncide parfaitement avec le centre de figure; supposons de plus que cette Aiguille soit entièrement placée hors du centre de mouvement C; il est clair que cette Aiguille n'aura aucune direction; car *c*A est autant repoussé que *c*B est attiré, & ces deux mouvemens d'attraction & de répulsion se font en sens contraire. Consultons donc l'expérience, & voyons si une pareille Aiguille n'aura réellement aucune direction.

§. 24. X. Expérience.

§. 24. X. Expér. Le 10 Janvier 1774, j'ai pris un barreau d'acier aimanté de la longueur de 4 pieds 78 lignes, son poids étoit de 252 grains; je l'ai appliqué sur une latte de bois, mobile sur une chappe d'agathe; j'ai appliqué de l'autre côté un contrepoids convenable. Tout cet équipage, qui est d'une très-grande mobilité pesoit 446 grains. L'Aiguille tomboit entièrement hors du centre de mouvement. Le pole B étoit l'antérieur, le barreau s'approcha peu-à-peu du méridien, s'y arrêta, & y revint après en avoir été détourné. Je retournai ensuite le barreau, de façon que le pole austral A fut l'antérieur : je mis la latte très-près du méridien, le barreau étant dans la partie boréale : mais il s'en éloigna d'abord; s'arrêta dans la partie australe, de façon que B regarda le nord, & A le sud.

J'ai répété cette expérience plusieurs fois le même jour, ainsi que les deux jours suivans : je l'ai encore répétée le 23 d'Octo-

---

(*w**) Ce Mémoire est imprimé dans un très-bon Recueil allemand, intitulé : *Magasin de Hambourg*, Tome XXIV. C'est vraisemblablement la Dissertation que M. *Æpinus* avoit promise dans son Traité *Electricitatis & Magnetismi Theoria*.

bre 1775 ; en me servant d'un équipage plus léger, & toujours avec le même succès, qui a été invariable.

§. 25. Il suit bien clairement de-là, qu'il ne suffit pas d'avoir égard aux parties B*c* & *c*A, mais qu'il faut encore considèrer un autre élément, & que cet élément ne peut être que la distance au centre de mouvement; car la force des particules étoit la même pour les deux parties A*c*, *c*A : & ce qui le prouve encore plus directement, c'est que l'expérience confirme parfaitement les conséquences immédiates qu'on tire de la considération de cet élément. Ces conséquences sont, 1.° Que si les distances des parties australes & boréales au centre de mouvement sont exactement égales, l'Aiguille doit réellement être indifférente pour toutes les situations, & n'avoir aucune direction. 2.° Qu'elle s'approchera du méridien avec d'autant plus de force, que la différence entre les distances des parties australes & boréales au centre de mouvement sera plus grande, tout le reste étant d'ailleurs égal. Or voici des expériences qui confirment ces deux conséquences. §. 25. Deux Corollaires. *Fig.* 2.

§. 26. XI. Expér. Le 17 Janvier 1774, j'appliquai un barreau aimanté perpendiculairement sur la latte de bois, à la distance de cinq pouces du centre de mouvement. Par-là les parties australe & boréale étoient les mêmes; aussi l'Aiguille étoit-elle réellement indifférente, & s'arrêtoit-elle dans toutes les directions qu'on lui donnoit. J'ai répété cette expérience diverses fois, & même avec un équipage plus léger, le 23 Octobre 1775. §. 26. Preuve du premier Corollaire. XI. Expér.

A la première expérience que je fis, le barreau me parut avoir un mouvement extrêmement lent vers le nord, mais je m'apperçus qu'il n'étoit pas parfaitement perpendiculaire. J'ai examiné l'effet que cette erreur pouvoit causer, & ce sont les expériences suivantes, destinées à cet examen qui serviront de preuve à la seconde conséquence énoncée ci-dessus.

§. 27. XII. Expér. La profondeur de la boîte dont je me sers pour ces expériences, n'est pas assez grande pour que le milieu du barreau dont je me sers, & qui a été de 2 p. 2. §. 27. Preuve de la seconde conséquence. XII. Expér.

1 l. puisse toucher la latte. Mais voici comment les choses sont disposées. Fig. 4.

AD = 1 p. 7·4 l.
BD = 0 p. 6·7 l. } Donc $Bc = Ac = 1 \cdot 087$ p. J'inclinai le barreau, de façon que l'angue ADC (*Fig.* 5.), fut de 85°, au lieu d'être de 90. Le pôle austral étoit le supérieur. On trouvera aisément, par le calcul, que FD a été = 0·0487 p. DH = 0·0461, DE = 0·1408. Donc FH = 0·0948 = à la place que la partie BD occupe horisontalement : on trouve de même HE = 0·0947 = à la place que la partie australe occupe horisontalement. La partie boréale est donc plus éloignée du centre de mouvement que l'australe ; elle doit donc, selon notre principe, avoir plus de force, tout le reste étant d'ailleurs égal ; & la latte doit se tourner vers le méridien. C'est aussi ce qu'elle fit ; elle se tourna vers le Nord, & y revint toujours, dès qu'elle en étoit détournée ; mais son mouvement étoit fort lent ; car elle employa 6′ à parcourir 70°.

Fig. 4, 8.

Or, si l'on suppose dans cette expérience, que la force des particules soit proportionnelle à la distance au centre ; si on suppose de plus que celle des parties australe & boréale soit concentrée dans leur milieu (*x*), on aura CH = 4 · 95 39 p : la distance de la force boréale = 5 · 013 p : celle de l'australe = 4 · 9066 : & la différence de ces deux forces, ou la force qui fait mouvoir l'Aiguille sera 0 · 0947, ce qui n'est pas la centième partie de ce qu'elle seroit, si les deux parties australe & boréale agissoient en même sens.

XIII. Expér.

XIII. Expér. Si la partie *c*A est boréale & B*c* australe, il est clair que la force australe prévaudra, & que le barreau devra se tourner vers le sud : je retournai donc le barreau de façon que le pole boréal fût le supérieur : & en effet la latte se dirigea avec lenteur vers le sud, & s'arrêta dans le méridien.

(*x*) Le calcul n'est qu'une approximation imparfaite : on verra, dans le Chapitre suivant, comment on doit calculer ces forces en rigueur.

§. 28. XIV. Expér. Je répétai ces mêmes expériences, de façon que l'angle ADC fut de 75° : le barreau se mit vers le méridien avec plus de vîtesse : car il parcourut 90° en une minute, & s'arrêta au nord si le pole boréal étoit l'inférieur, & au sud, s'il étoit le supérieur. §. 28. XIV. Expér.

Dans les suppositions faites pour le cas précédent on aura, FD = 0 . 154 DH = 0 . 1458 : DE = 0 . 4454. FH = 0 . 2998 HE = 0 . 2996 : la distance de la force boréale = 5 · 0045 : celle de l'australe = 4 · 7044 : leur différence, ou la force qui dirige l'Aiguille = 0 · 2997, ce qui est à-peu-près la 32e partie de ce qu'elle auroit été si les deux parties australe & boréale eussent agi en même sens.

Ces expériences ont été répétées différentes fois avec le même succès, & encore le 23 Octobre 1775, au moyen d'un équipage plus léger.

§. 29. Ces expériences s'accordent donc exactement avec le principe que nous venons d'établir. Il seroit même inutile d'y rien ajouter, s'il n'y avoit une expérience de M. *du Fay* (*y*) qui pourroit paroître contraire à celles dont nous venons de rendre compte, & s'il ne nous paroissoit important d'ôter tous les scrupules qu'on pourroit se former sur la vérité de nos principes. §. 29. Objection.

M. *du Fay* fit faire une Aiguille de cuivre toute nue, longue de 6 pouces : il mit à une de ses extrémités une boule d'acier de deux lignes de diamètre, & à l'autre une boule de cuivre également pesante : Ensuite il suspendit la boule d'acier à l'armure d'une bonne pierre d'aimant, à laquelle elle resta attachée pendant plusieurs heures. Cette Aiguille parut ensuite indifférente pour tous les points de l'horison : d'où M. *du Fay* conclut qu'elle n'avoit acquis aucune force magnétique. Pour moi, je ne doute pas qu'elle n'en ait eu ; mais je ne suis pas surpris que cette boule ait paru indifférente. Car soit (*Fig.* 6.) Cc = 3 pouces. BA = 2 l. Donc Bc = cA = 1 · l. Supposant, comme ci-dessus, *Fig.* 6.

(*y*) Mémoires de l'Acad. *Ann.* 1731, p. 425.

les forces concentrées dans le milieu, en e, & f, on aura $eC = 3 \cdot 0417$: $Cf = 2 \cdot 9583$: la différence sera $= 0 \cdot 0833$, c'est-à-dire égale à une 77 partie de ce que la force auroit été si les deux parties eussent agi en même sens. Or on a vu ci-dessus, avec combien de difficulté se mouvoit l'équipage dont nous nous sommes servi §. 27, quoiqu'il ait été sûrement beaucoup plus léger que celui de M. *du Fay* s'est servi, & que notre barreau ait eu, sans doute, beaucoup plus de force que sa boule.

Il n'est donc pas étonnant que l'Aiguille dont M. *du Fay* s'est servi, n'affectât aucune direction : encore avons-nous supposé que l'axe magnétique de cette boule a été parallèle à l'Aiguille de cuivre; car s'il lui avoit été incliné la force directrice auroit été moindre (§. 27.) & nulle, si elle lui avoit été perpendiculaire. Nous n'avons de plus pas fait attention à la vîtesse avec laquelle le fer perd la force qu'on lui a communiquée, & par conséquent au peu qui en est resté à cette boule. Il est donc bien clair que cette expérience de M. *du Fay* n'est nullement opposée à celles que nous avons faites, ou à notre théorie.

§. 30. Conclusion.

§. 30. Je crois pouvoir conclure de tout ce qui précède; que pour connoître & calculer la force qui dirige une Aiguille, il faut faire attention à *la distance de chaque particule au centre de mouvement*, & que cette distance est le second élément auquel il faut s'arrêter. Du reste, je prends la raison simple de cette distance, parce que ce n'est qu'à cause que les particules doivent être considérées comme appliquées à un levier, qu'il faut avoir égard à cet élément.

TROISIÈME PRINCIPE.

§. 31. Expériences pour prouver le troisième Principe.

§. 31. Le troisième élément qu'il faut employer, est la force propre à chaque particule qui constitue une Aiguille aimantée.

On sait, en effet, que les Aiguilles aimantées doivent s'approcher du méridien avec d'autant plus de force qu'elles sont mieux aimantées, ou qu'elles ont plus de force magnétique,

& M. D. *Bernoulli* a déduit de sa théorie sur les Aiguilles d'inclinaison, que les forces qui dirigent celles de déclinaison sont comme les forces *inclinatoires, multipliées par les cosinus d'inclinaison* (z). Cependant comme je ne me rappelle aucune expérience d'autres Physiciens sur ce sujet, qu'il me soit permis de confirmer ceci par quelques-unes des miennes.

XIV. EXPÉR. Le 16 Octobre 1774, mon Aiguille, n.° 5, avoit assez de force pour détourner, par son pole boréal, une autre Aiguille, de 20° 1′, & de 21° 21′, par son pole austral, & cela à la distance de 5 p. 10 l. Cette Aiguille faisoit alors 5 oscillations en $39\frac{1}{2}''$. XIV. Expér.

XV. EXPÉR. Le 22 Février 1775, cette même Aiguille, ayant été aimantée de nouveau, détournoit la même Aiguille de $28\frac{1}{2}°$, par son pôle boréal, & de $29\frac{1}{2}°$, par son pole austral, à la même distance. L'Aiguille faisoit alors 5 oscillations en 31″. XV. Expér.

Elle s'approchoit donc du méridien avec plus de force.

XVI. EXPÉR. Le 22 Décembre 1774, mon Aiguille, n.° 2, détournoit la même Aiguille, à la même distance, de 32° 10′, par son pôle boréal, & de 30° 46′, par son pole austral. Elle faisoit 5 oscillations en 38″. XVI. Expér.

XVII. EXPÉR. Le 24 Décembre 1774, les forces des poles étoient exprimées par des angles de 31° 39′, & de 31° 35′, l'Aiguille employa 40″ pour cinq oscillations. XVII. Expér.

XVIII. EXPÉR. Le 8 Mars 1775, les forces des poles étoient exprimées par des angles de 42° & 43°, à la même distance, l'Aiguille acheva 5 oscillations en $33\frac{1}{2}''$. XVIII. Expér.

Je pourrois ajouter encore bien d'autres expériences : mais celles-ci me paroissent suffire pour prouver que les Aiguilles s'approchent d'autant plus vivement du méridien qu'elles ont plus de force. Or la force qui dirige une Aiguille, n'est que la somme des forces qui dirigent chaque particule : donc *chaque particule s'y dirige avec d'autant plus d'énergie qu'elle a plus de force.*

(z) Journal des Savans, *Janvier 1757*, p. 31.

On ſait que toutes les particules d'un barreau aimanté n'ont pas une force égale, mais que celle-ci croît à meſure que les particules ſont plus éloignées du centre magnétique ou la force eſt nulle, & qu'elle eſt à ſon *maximum* dans les poles. Ainſi, la particule D s'approchera du méridien avec moins de force que la particule A, non-ſeulement parce qu'elle eſt à une plus petite diſtance, mais encore parce que ſa force propre eſt plus petite : & c'eſt cette force qui conſtitue le 3^e^ élément.

§. 31*. Comment on doit exprimer cet élément.

§. 31*. Mais ſi cet élément doit entrer dans le calcul, il s'agit de trouver une méthode ſimple de le déterminer, & de connoître la fonction que ſuivent les forces des particules. Je me contenterai de faire uſage des recherches de deux Ecrivains, qui ont traité cette matière *ex profeſſo*, MM. *Lambert* (*a*) & *Van-Swinden* (*b*): ils ont trouvé, par des méthodes très-différentes, que *la force des particules croît en raiſon ſimple directe des diſtances au centre magnétique*. Le dernier de ces Auteurs a même donné une formule pour calculer la ſituation du centre magnétique, & il l'a confirmée par pluſieurs expériences. Comme je me ſers de cette formule, j'ai cru devoir commencer par la conſtater de nouveau : & j'ai trouvé que mes expériences s'accordoient encore mieux avec la formule que celles de l'Auteur (*c*). J'ai donc cru pouvoir m'en ſervir avec confiance.

§. 32. Formule.

§. 32. Voici quelle eſt la formule démontrée par M. *Van-Swinden*, dans ſon Eſſai d'une Théorie mathématique de l'Aimant. Si L eſt la longueur de la lame ; ſi b & a expriment les forces des poles, & T la diſtance du pole le plus fort au centre magnétique, on aura.................................

$$R = -\frac{b+2aL+a}{2(b-a)} + \frac{1}{2(b-a)}\sqrt{\overline{b+2aL+a}^2 + 4aL\big(b-a(L+1)\big)}.$$

(*a*) Mémoires de Berlin, *loco cit.*

(*b*) *Tentam. Theor. Math. de Magnete*, Lugd. Batav. 1772, *in*-4°.

(*c*) On en trouvera des exemples dans les §§. 75, 76, 79, 118, 127, 170, 335, 336, 339.

Jo

Si, dans cette formule, on fait $\frac{a}{b}=n$, & $a=1$, on aura...

$$\lambda=-\frac{n+2L+1}{2(n-1)}+\frac{1}{2(n-1)}\sqrt{\overline{n+1}^2+4nL(2+L)}.$$

Mais, j'ai trouvé moyen de généraliser & de simplifier cette formule.

Si les forces des particules croissent comme les distances au centre de mouvement, on aura, en supposant la force de A *Fig. 1.* égale à a, $AC=\lambda$, $D=\frac{a.DC}{\lambda}$, $E=\frac{a.CE}{\lambda}$, $F=\frac{a.CF}{\lambda}$, &c. Or M. *Van-Swinden* a supposé la distance des particules égale à l'*unité*; ainsi les séries sont $\frac{a}{\lambda}$, $\frac{2a}{\lambda}$, $\frac{3a}{\lambda}$..... $\frac{\lambda a}{\lambda}$: d'où il suit que la sommation de cette série, n'est que celle des nombres naturels; & c'est aussi de cette façon que M. *Van-Swinden* a formé sa formule; mais il me semble qu'on peut la généraliser beaucoup, en faisant la distance des particules égale à p; &, en ce cas, on a $\frac{ap}{\lambda}$, $a\times\frac{2p}{\lambda}$, $a\times\frac{2p}{\lambda}$..... $a\times\frac{p\lambda}{\lambda}$; & tout se réduit à sommer la série p, $2p$, $3p$....$p\lambda$: en suivant cette voie, j'ai trouvé cette formule...

$$\lambda=-\frac{p(b+a)+2nL}{2(b-a)}\pm\frac{1}{2(b-a)}\sqrt{(p\times\overline{b+a}+2aL)^2+4aL(b-a)\times(L+p)};$$

ou, faisant $b=na$,...

$$\lambda=-\frac{p(n+1)+2L}{2(n-1)}+\frac{1}{2(n-1)}\sqrt{(p\times\overline{n+1}+2L)^2+4L(n-1)(L+p)}.$$

Or il est clair qu'on peut prendre p aussi petit qu'on veut; que plus il est petit, plus la distance entre les particules est petite, & plus le nombre de particules qu'on considère est grand: faisant donc p infiniment petit, pour n'omettre aucune particule, on aura...

$$\lambda=\frac{-2L}{2(n-1)}+\frac{1}{2(n-1)}\sqrt{4L^2+4L^2(n-1)}=\frac{-2L+2L\sqrt{n}}{2(n-1)}=\frac{L(\sqrt{n}-1)}{n-1}=\frac{L}{1+\sqrt{n}};$$

formule qui est tout à-la-fois plus exacte, & plus simple.

On trouve la même valeur dans la formule de M. *Van-*

Swinden, si l'on suppose L infiniment grand. Je ne m'attribue donc pas une nouvelle formule : la mienne n'est qu'une corollaire de celle de cet Ecrivain : & je n'ai garde de m'attribuer ce qui appartient à d'autres Auteurs.

§. 33. Corollaires. §. 33. Mais ce qui est plus important, & ce qui nous servira beaucoup dans la suite à simplifier nos calculs, ce sont les corollaires qu'on peut déduire de cette formule. Car, en faisant l'autre partie de la lame $= l$, on aura............ $l = L - \frac{L}{1+\sqrt{n}} = \frac{L\sqrt{n}}{1+\sqrt{n}}$; donc $\lambda : l = \frac{L}{1+\sqrt{n}} : \frac{L\sqrt{n}}{1+\sqrt{n}} = 1 : \sqrt{n}$; donc $\frac{l}{\lambda} = \sqrt{n}$, & $l = \lambda\sqrt{n}$. Si donc l'on fait $\frac{l}{\lambda} = m$, on aura $m = \sqrt{n}$, & $m^2 = n$. On verra, ci-dessous, l'usage de cette expression. Je passe d'autres Corollaires, qui ne font rien à notre sujet.

§. 34. Expression des forces. §. 34. Pour appliquer les formules précédentes à l'expérience, il s'agit de pouvoir trouver la proportion des poles d'un barreau aimanté. Je me sers pour cela des sinus & des tangentes des déclinaisons, comme l'ont fait MM. *Lambert* & *Van-Swinden*. En effet, soit M un point dans l'équateur magnétique,
Fig. 1. soit D la force directrice : on aura D sin NCB = M. sin MCB ou $M = \frac{D \cdot \sin NCB}{\sin BCM} = \frac{D \cdot \sin NCB}{\cos NCB} = D \cdot \mathit{tang}\, NCB$. Posant donc premièrement le pole boréal d'un barreau en M, & ensuite le pole austral, les tangentes des angles NCB, exprimeront les forces de ces poles, ou du moins à-peu-près; car il seroit, je crois, possible d'approcher encore de plus près de la vérité; mais l'exposition d'une nouvelle méthode, nous écarteroit trop de notre sujet principal : il s'ensuivra seulement, de la petite incertitude qui pourroit rester sur la force des poles, & par conséquent sur la valeur de la lettre n, qu'on ne doit pas s'attendre que le résultat de l'expérience, puisse répondre exactement aux nombres de la formule; d'ailleurs nous ne nous servirons guères de cette formule que pour déterminer le centre magnétique : or ce centre calculé, répond exactement au centre qu'on trouve directement par l'expérience.

§. 35. Objection. §. 35. Mais il convient de répondre à une objection qu'on

pourroit nous faire : l'angle NCB ne ſera-t-il pas différent, même en employant le même barreau M, ſi l'Aiguille B*c*A a tantôt plus de force, & tantôt moins, comme c'eſt le ſentiment de quelques Phyſiciens, tels que MM. *Blondeau* (*d*) & *Fleurieu* (*e*), dont l'autorité doit être ici d'un très-grand poids.

Supposons une Aiguille parfaite : ſuppoſons qu'elle augmente en force : elle s'approchera du méridien & du barreau en raiſon de cette force : ſoit A la force avec laquelle elle s'approche du méridien : B la force avec laquelle elle s'approche du barreau : φ l'angle qu'elle fait avec le méridien : D celui qu'elle fait avec le barreau. On aura, puiſqu'il y a équilibre, $A \text{ ſin } \varphi = B \text{ ſin } D$. Or je dis que ſi la force de l'Aiguille devient mA, ces angles φ & D reſteront les mêmes : car, ſi cela n'étoit pas, ſuppoſons qu'ils deviennent p & d; ſuppoſons encore $d > D$, on aura $mA \text{ ſin } p = mB \text{ ſin } d$: diviſant, par la première équation, on aura encore $\frac{mA \text{ ſin } p}{A \text{ ſin } \varphi} = \frac{mB \text{ ſin } d}{B \text{ ſin } D}$, ou $\frac{\text{ſin } p}{\text{ſin } \varphi} = \frac{\text{ſin } d}{\text{ſin } D}$; &, puiſque $d > D$, il eſt clair qu'on doit avoir $p > \varphi$; ce qui eſt impoſſible : car, dès que $d > D$, il faut que $p < \varphi$, puiſque $\varphi + D = p + d$. On prouve de même que D ne ſauroit être $> d$; d'où il ſuit que l'Aiguille ſera toujours attirée vers le barreau de la même quantité, quelque changement qui lui arrive; & qu'ainſi la force plus ou moins grande n'influe pas ſur celle qu'on attribue aux lames, en les eſſayant par cette méthode. *Réponſe.*

Au reſte, je n'entends parler ici que des Aiguilles de *même longueur* : ſi leur longueur eſt différente, une même lame pourra détourner davantage tantôt la plus forte, tantôt la plus foible. Pour ne pas entrer dans un trop grand détail, je ſupprime les expériences que j'ai faites là-deſſus, ainſi que les raiſons phyſico-mécaniques de cet effet. Il ſeroit d'autant plus

---

(*d*) Mémoires de l'Acad. de Marine, *Vol. I*, p. 413 & 419.

(*e*) A l'endroit cité, §. 15.

inutile de s'arrêter là-dessus, que je me suis toujours servi de la même Aiguille de comparaison.

§. 35. Expériences. §. 35. L'expérience confirme exactement ce que je viens de dire. M. *Lous* a fait beaucoup d'expériences très-curieuses là-dessus (*f*).

Il mit à quatre pieds de distance l'une de l'autre, une Aiguille composée suspendue, & un barreau aimanté non suspendu. L'Aiguille fut attirée de 30′. Elle le fut de 5° à la distance d'un pied, & de 15′ par une masse de fer de 32 livres à la distance de 2 pieds.

Il substitua à l'Aiguille composée une Aiguille simple moins forte, l'aimant la détourna, à $4\frac{1}{2}$ pieds, de 30′
A 1 pied, de. . . . 5°
La masse de fer, à 2 pieds, de. . . . 15′

Il substitua enfin une Aiguille ordinaire, beaucoup plus foible, celle-ci fut détournée, par l'aimant, à $4\frac{1}{2}$ pieds, de 30′
A 1 pied, de . . . . 5°
Par la masse de fer, à 2 pieds, de. . . . . 15′

M. *Lous* a fait encore nombre d'expériences, dans lesquelles il n'y a que de petites déviations dont il a très-bien développé les causes: au moins quelques-unes d'entr'elles. Mais il y en a une dont il ne parle pas, & qui peut influer beaucoup, c'est le changement de force auquel les lames aimantées sont sujettes, comme nous le prouverons dans le Chapitre XIII. C'est ce qui m'engage à joindre ici une des expériences que j'ai faites sur ce sujet, le 28 Décembre 1774.

XIX. Expér. Expér. XIX. Ma lame, n.° 1, a détourné,

	A $5\frac{1}{2}$h l'Aiguille, n.° 3, librement suspendue,		A $6\frac{1}{2}$h l'Aiguille, n.° 4, librement suspendue.	
A la dist. de 7 p. 5 l. par le pole N, de	8° 28′,	force 149	de 8° 20′,	force 146
S. . .	9 37	168	8 47	155
A la dist. de 5 p. 10 l. par le pole N. . .	12 54	229	12 33	217
S. . .	14 21	256	13 50	228

(*f*) *Tentam. de Compassu*, p. 68 & 77.

On voit qu'il y a de petites différences, uniquement dûes au changement continuel des forces de la lame N° 1 : car il eſt clair qu'il y en a eu : puiſque, ſelon la première expérience, la force du pole N eſt à celle du pole S, = 1 : 1·125 ;
&, ſelon la ſeconde, comme . . . . 1 : 1·056.

La force du pole N, dans le n.° 3, eſt à celle du pole N, dans le n.° 4 . . . . =325 : 296

La force du pole S, dans le n.° 3, eſt à celle du pole S, dans le n.° 4 . . . . =318 : 315

§. 36. Je crois donc avoir ſuffiſamment prouvé la néceſſité §. 36.
qu'il y a de conſidérer ces trois élémens. 1.° Le ſinus d'incidence : 2.° la diſtance de chaque particule au centre de mouvement : 3.° la force de chaque particule proportionnelle à ſa diſtance au centre magnétique. J'ai auſſi fait voir en détail comment il faut s'en ſervir. Nous allons montrer dans les Chapitres ſuivans l'application qu'on peut faire de ces principes aux mouvemens des Aiguilles. Concluſion.

CHAPITRE III.

Application des Principes au mouvement d'une Aiguille, dont l'axe prolongé paſſe par le centre de ſuſpenſion. Calcul de ce mouvement. Expériences pour confirmer le calcul.

I. *Théorie.*

§. 37. Force de la partie Ac. *Fig.* 7.

§. 37. Je commencerai par le cas le plus ſimple : c'eſt celui où l'Aiguille BA eſt entièrement poſée hors du centre de mouvement C, mais cependant de façon que l'Aiguille prolongée paſſeroit par ce centre. Ce cas eſt important par lui-même, & nous ſera utile dans la ſuite.

Soit la force du pole $A = a$, celle de $B = b$, c le centre magnétique, $Ac = l$, $cB = \lambda$, $CB = x$. En ſuppoſant que la diſtance entre les particules E, F, &c. ſoit $= r$, on aura la force des particules, en commençant par A, $\frac{al}{l}$, $\frac{a(l-r)}{l}$, $\frac{a(l-2r)}{l}$, $\frac{a(l-3r)}{l}$ . . . . . . o. Mais, pour avoir la force totale, il faut multiplier chaque particule par ſa diſtance au centre de mouvement (§. 30). Or ces diſtances ſont $x+\lambda+l$, $x+\lambda+l-r$, $x+\lambda+l-2r$, &c. &c. . . . . . o. Faiſant donc les multiplications indiquées, la force totale de la partie cA, ſera égale à la ſomme de cette ſérie $\frac{a.l.(x+\lambda+l)}{l} + \frac{a.\overline{l-r}.\overline{x+\lambda+l-r}}{l} + \frac{a.\overline{l-2r}.\overline{x+\lambda+l-2r}}{l}$ . . . . $\frac{a(l-\frac{l-r}{r}\times r)(x+\lambda+l-\frac{l-r}{r})}{l}$. Je dis $\frac{l-r}{r}$; car le dernier terme $l-2r$, doit être $=r$, puiſqu'on eſt à la dernière particule, qui n'eſt diſtante du centre magnétique c, que de r : on a donc $z = \frac{l-r}{r}$.

Soit $m = x + \lambda + l$, $\frac{l - r}{r} = p$, on aura . . . .
$\frac{aml}{l} + \frac{a(l-r)(m-r)}{l} + \frac{a(l-r)(m-2r)}{l} \ldots\ldots \frac{a(l-pr)(m-pr)}{l}$;
ſérie qui ſe réſout en deux; en . . . .
$A = \frac{al}{l}(m + m - r + m - 2r + \ldots\ldots\ldots\ldots m - pr)$, & en
$-B = -\frac{ar}{l}\big(m - r + 2(m - 2r) + 3(m - 3r) \ldots\ldots p(m - pr)\big)$.
La ſomme de la ſérie A eſt $\frac{a\cdot(p+1)}{2}(2m - pr)$; celle de B eſt
$\frac{ar}{6l}(p\cdot p + 1)(3m - 2pr - r)$. Donc . . . .
$A - B = \frac{a\cdot(p+1)}{6l}(6ml - 3prl - 3mpr + 2p^2r^2 + r^2p)$. Si l'on ſubſtitue, pour p, ſa valeur $\frac{l-r}{r}$, on aura $\frac{a}{6r}(3ml + 3mr - l^2 + r^2)$; &, ſubſtituant enfin, pour m, ſa valeur $x + l + \lambda$, on aura, toutes réductions faites, la force de Ac égale à . . . .
$\frac{a}{6r}(3xl + 3xr + 2l^2 + 3lr + 3\lambda l + 3\lambda r + r^2)$.

§. 38. En ſuivant les mêmes principes, on voit que la force de la partie cB eſt $\frac{b\lambda x}{\lambda} + \frac{b(\lambda - r)(x+r)}{\lambda} + \frac{b(\lambda - 2r)(x+2r)}{\lambda} \ldots$ $\frac{b(\lambda - \zeta r)(x + \zeta r)}{\lambda}$. Or la diſtance de la dernière particule au centre magnétique, eſt r: on a donc $\lambda - \zeta r = r$, ou $\zeta = \lambda - r$: donc la force eſt $\frac{b\lambda x}{\lambda} + \frac{b.(\lambda - r)(x+r)}{\lambda} + \frac{b(\lambda - 2r)(x+2r)}{\lambda} \ldots$ $b(\lambda - \frac{\lambda - r}{r} \times r)(x + \frac{\lambda - r}{r}\cdot r)$. Or cette ſérie ſe décompoſe en *Force de la partie cB.*

$E = \frac{b\lambda}{\lambda}\left(x + \overline{x + r}\cdot + \overline{x + 2r} \ldots\ldots \overline{x + \frac{\lambda - r}{r} r}\right)$, & . . . .
$-F = -\frac{br}{\lambda}(x + r + 2(x + 2r) + 3(x + 3r) \ldots \frac{\lambda - r}{r}(x + \frac{\lambda - r}{r}\cdot r)$.

Soit $\frac{\lambda - r}{r} = \pi$, il eſt clair qu'on aura (§. 37) . . . .
$E = \frac{b\lambda}{2\lambda}(\pi + 1)(2x + \pi r)$, $F = \frac{br}{6\lambda}\big(\pi\cdot(\pi + 1)\cdot(3x + 2\pi r + r)\big)$;
par conſéquent on a . . . .
$E - F = \frac{b.(\pi + 1)}{6\lambda}\cdot(6\lambda x + 3\pi\lambda r - 3\pi r x + 2\pi^2 r^2 - \pi r^2)$, ou, remettant, pour π, ſa valeur, on a, toutes réductions faites,
$E - F = \frac{b}{6r}(3\lambda x + 3rx + \lambda^2 - r^2) =$ force de cB.

§. 39. Or comme les deux parties Ac & Bc agiſſent en ſens contraire, il eſt clair qu'on doit prendre la différence des deux *Force totale.*

forces qu'on vient de trouver §§. 37 & 38, pour avoir la force totale de l'Aiguille. Donc, selon que ....
$\frac{a}{6r}(3x(l+r)+2l^2+3lr+3l\lambda+3\lambda r+r^2)$, sera $>=$ ......
$< \frac{b}{6r}(3x(\lambda+r)+\lambda^2-r^2)$, il est clair que la force de A*c* sera $>=<$ que celle de B*c*; c'est-à-dire, que l'Aiguille se meuvra vers le nord, si le pole A est boréal, ou qu'elle sera indifférente, & n'aura aucune direction, ou enfin, qu'au lieu de se mouvoir vers le nord, elle se meuvra vers le sud.

En ôtant le facteur commun br, la formule devient...
$a(3x\cdot(l+r)\cdot+2l^2+3lr+3l\lambda+3\lambda r+r^2)>=$ ....
$<b(3x\cdot(\lambda+r)\cdot+\lambda^2-r^2)$.

§. 40. Formule plus simple.

§. 40. Si l'on fait $r=o$; c'est-à-dire, si l'on suppose la distance entre les particules infiniment petite, on aura......
$3alx+2al^2+3a\lambda l>=<3b\lambda x+b\lambda^2$; formule plus rigoureuse, & plus simple que celle du §. 39.

Il est clair qu'il peut y avoir trois cas : car le pole antérieur A est ou plus fort, ou plus foible, ou également vigoureux que le pole postérieur B.

Premier Cas.

§. 41. Formule du premier Cas.

§. 41. Soit $a>b$; donc $l<\lambda$. Soit $a=nb$, $\lambda=ml$, on aura, en substituant, dans la formule du §. 39, ...
$3nx(l+r)+2nl^2+3nlr+3mnl^2+3mnlr+nr^2>=$.......
$<3x(ml+r)+m^2l^2-r^2$. Or nous avons prouvé, §. 33, que $n>m$, & même que $n=m^2$; or n & m sont tous deux plus grands que l'unité: donc $3nlx>3mxl$, $3nrx>3xr$, $3mnl^2>m^2l^2$. Donc le premier terme est plus grand que le second: donc, *si le pole antérieur est le plus fort, l'Aiguille, posée hors du centre de mouvement, acquerra la direction qui convient à ce pole.*

Si l'on se sert de la formule du §. 40, on a ....
$3xnl+2nl^2+3mnl^2>=<3mlx+l^2m^2$, où le premier membre est évidemment plus grand que le second.

Second

Second Cas.

§. 42. Si $a<b$, & par conſéquent $l>\lambda$, ſoit $b=na$, $l=m\lambda$, on aura, en ſubſtituant, dans la formule du §. 39, $3x(m\lambda+r)+2m^2\lambda^2+3m\lambda r+3m\lambda^2+3\lambda r^2+r^2>=$ . . . . $<3x(n\lambda+nr)+n\lambda^2-nr^2$. Or, comme $n>m$, on aura $3x(n\lambda+nr)>3x(m\lambda+r)$; d'où il eſt clair qu'il eſt poſſible que le ſecond terme ſoit plus grand que le premier, ou lui ſoit égal; car x eſt indéterminé. On peut donc le prendre tel, que $3x(n\lambda-m\lambda+nr-r)$, ajouté à $n\lambda^2$, ſoit plus grand que le reſte du premier membre $+nr^2$, ou lui ſoit égal. §. 42. Formule pour le ſecond Cas.

Si l'on ſe ſert de la formule du §. 40, on aura . . . . $3m\lambda x+2m^2\lambda^2+3m\lambda^2>=<3n\lambda x+n\lambda^2$; d'où on déduit les mêmes concluſions.

Il eſt donc clair que *l'Aiguille peut avoir, dans ce cas, deux directions différentes, ou n'en pas avoir du tout, & être indifférente.*

Troiſième Cas.

§. 43. Enfin, ſi $a=b$, on aura $l=\lambda$; $m=n=1$; & par conſéquent, $3x(l+r)+5l^2+6lr+r^2>=$ . . . . $<3x\big((l+r)+l^2-r^2\big)$, où il eſt évident que le premier membre eſt toujours plus grand que le ſecond. Donc, *ſi l'Aiguille a ſes deux poles égaux, elle aura toujours la direction qui convient au pole antérieur.* §. 43. Formule pour le troiſième Cas.

§. 44. Il n'y a donc que le ſecond cas où le contraire ait lieu: il convient de nous y arrêter encore, & de réſumer la ſeconde formule du §. 42, qui eſt $3m\lambda x+2m^2\lambda^2+3m\lambda^2>=<3n\lambda x+n\lambda^2$; d'où l'on déduit $\frac{\lambda^2(2m^2+3m-n)}{3\lambda(n-m)}>=<x$; mais, comme $n^2=m^2$ (§. 33), on aura $x<=>\frac{\lambda^2(m^2+3m)}{3\lambda(m^2-m)}$, ou $x<=>\frac{\lambda(m+3)}{3(m-1)}$. §. 44. Examen particulier du ſecond Cas.

Donc, 1.° Si $x<\frac{\lambda(m+3)}{3(m-1)}$, l'Aiguille aura ſa direction naturelle; c'eſt-à-dire, celle qui convient au pole antérieur.

2.° Si $x > \frac{\lambda(m+3)}{3(m-1)}$, la partie postérieure prévaudra : donc, si elle est boréale, l'Aiguille se dirigera de façon que le pole *austral* marquera le nord ; mais, si elle est australe, l'Aiguille se placera de façon que le pole austral marquera le sud.

3.° Si $x = \frac{\lambda(m+3)}{3(m-1)}$, l'Aiguille, quoique aimantée, n'affectera aucune direction.

Telles sont les conclusions importantes, & entiérement nouvelles, qui suivent de nos calculs, & des principes que nous avons établis.

II. *Expériences pour confirmer la Théorie.*

§. 45. Première difficulté des Expériences.

§. 45. Comme ces conséquences sont très-opposées à tout ce qu'on a pensé jusqu'ici des Aiguilles aimantées, j'ai cru devoir les examiner par des expériences : mais je n'ai pas tardé à m'appercevoir combien cette tache est difficile : ce qui l'est peut-être le plus, & plus qu'on ne pense, c'est de se procurer des barreaux dont les poles soient comme 1 : n, sur-tout quand ces barreaux sont petits. Il faut de plus que cette proportion soit telle que l'expérience soit possible. Supposons, par exemple, un barreau de deux pouces, on trouve alors, ...

Pour	$n = 1.25$ — $\lambda = 0.944$	(g), &	$m = 1.119$	Or, il faut alors qu'on ait	$x = 10.89$ pouc.
	$n = 1.375$ — $\lambda = 0.921$		$m = 1.172$		$x = 7.424$
	$n = 1.35$ — $\lambda = 0.899$		$m = 1.224$		$x = 5.640$
	$n = 1.625$ — $\lambda = 0.879$		$m = 1.228$		$x = 4.861$
	$n = 1.75$ — $\lambda = 0.861$		$m = 1.323$		$x = 3.842$
	$n = 1.875$ — $\lambda = 0.844$		$m = 1.369$		$x = 3.329$
	$n = 2.$ — $\lambda = 0.828$		$m = 1.414$		$x = 2.942$

pour que l'Aiguille puisse être indifférente, selon la formule troisième du §. 44.

Or la boîte dont je me sers, est d'un pied quarré : ainsi, en employant un barreau de 2 pouces, x ne sauroit être que

(g) Dans les calculs précédens, j'ai toujours supposé λ & $l > 1$; c'est là-dessus que les conclusions de ces calculs sont fondées ; c'est pourquoi, dans les exemples numériques, j'ai pris $L = 200$, au lieu de 2, supposant chaque pouce divisé en 100 parties ; ce qui donne, pour $n = 1.25$, $\lambda = 94.4$ centièmes, ou 0.944 millièmes parties de pouce.

de 4 pouces au plus, ou de 5 pouces, en tournant la boîte de façon que le barreau puiſſe ſe mouvoir dans un des angles. D'ailleurs, ſi l'on employoit une plus grande diſtance x, on ſent bien que l'équipage en ſeroit plus peſant & ſe meuvroit plus difficilement, ce qui occaſionneroit qu'une petite force ne ſeroit pas en état de vaincre les obſtacles, & il pourroit arriver de-là qu'une Aiguille pourroit paroître indifférente, quoiqu'elle ne le fût réellement pas. Il y a donc ici des limites qu'il n'eſt pas permis de paſſer, *phyſiquement* parlant. Je parle ici d'après ce que l'expérience m'a enſeigné. D'ailleurs, ſi l'on prend des lattes de bois très-minces elles ſe courbent, quand on met le barreau à une trop grande diſtance, & l'on a de la peine à conſerver un équilibre ſtable. Si on en emploie de plus épaiſſes, elles ſont trop peſantes.

§. 46. D'ailleurs eſt-il poſſible d'aimanter un barreau de façon que ſes poles ſoient à volonté comme $1 : n$? Je me garderai bien de répondre affirmativement là-deſſus : cela dépend ſûrement de la longueur, de l'épaiſſeur, & de la trempe du barreau, relativement à la force de l'aimant dont on ſe ſert. Mais l'examen de cette queſtion nous entraîneroit dans un détail d'expériences qui nous meneroit trop loin de notre but, & dont la diſcuſſion n'entre pas eſſentiellement dans notre plan : je dirai ſeulement qu'après avoir aimanté des barreaux d'acier à plus de cinquante repriſes, je n'ai pu parvenir, en 1774, à faire n plus grand que $1 \cdot 3$: & en 1775, plus grand que $1 \cdot 79$. Ces barreaux avoient deux pouces de longueur, & à-peu-près une ligne d'écarriſſage : il y en avoit de trempés & de non trempés. On voit bien pourquoi je n'en ai pas employé de plus longs. §. 46. Seconde difficulté.

§. 46. Aux difficultés précédentes, il s'en joint encore une autre, la plus conſidérable de toutes, & qui, je crois, eſt inſurmontable ; c'eſt le changement continuel de force auquel les barreaux aimantés ſont ſujets à tous momens. On les aimante de façon que les poles aient à-peu-près la proportion requiſe : mais cette proportion change pendant le tems de l'expérience §. 46*. Troiſième difficulté.

même & en trouble les effets. Comme cette matière n'a pas été traitée jusqu'ici par les Physiciens, cet article pourra paroître paradoxe : mais je le prouverai d'une façon incontestable par le narré des expériences suivantes, toutes faites avec le plus grand soin, & sur-tout dans le Chap. XIII, où je traiterai cette matière *ex professo*, & dans un assez grand détail.

§. 47. XX. Expér. §. 47. Le 24 Janvier 1774, j'ai réussi, après bien des tentatives, à faire un barreau de fil d'archal de 2 pouces, dont le pole austral attiroit l'Aiguille sous un angle de $2^\circ\ 15'$: le boréal le repoussoit de $1^\circ\ 10'$: les forces étoient donc à-peu-près comme 392 à 203 = 1·93 à 1.

XX. Expér. J'appliquai ce barreau sur la latte dont il a été fait mention §. 26, & qui pesoit $119^{gr.}$, à 3 p. du centre de mouvement. Le pole boréal étoit l'antérieur : le barreau se tourna vers le nord, mais extrêmement lentement, quoique je l'eusse détourné de façon qu'il fut dans la partie australe de la boîte. Selon notre formule x est entre 2·94 p. & 3·329 pour l'indifférence.

J'appliquai ensuite ce barreau à la distance de 3 p·8 l. Au commencement la latte n'affecta aucune direction : je la tournai dans la partie australe de la boîte : elle s'y arrêta : ce qui confirme la formule du §. 44 : mais, peu-à-peu la latte se tourna vers le nord, employant 6′ à parcourir 90°. Je remarquai que plus je tardois & plus la latte s'approchoit du méridien avec vîtesse.

§. 48. Examen de cette Expérience. §. 48. Je fus fort surpris que le barreau, après s'être montré indifférent, prit de nouveau une direction répondante à ce qu'exigeoit sa partie antérieure : Je ne connoissois pas alors les changemens de force auxquels j'ai trouvé depuis que les barreaux aimantés sont sujets : mais cette expérience me porta à les soupçonner : & en effet, en examinant ces forces immédiatement après la fin de l'expérience, je les trouvai diminuées de beaucoup.

Cela posé, il est très-aisé d'expliquer cette expérience. Le barreau auroit dû être indifférent à 3 p. $1\frac{1}{4}$ l. il n'a paru l'être pour un

moment qu'à 3 p. 8 l : mais dès que *n* devient plus petit, *x* doit être plus grand (§. 44). Ce n'eſt donc qu'à une plus grande diſtance que la lame a dû être indifférente : ſi *n* a encore continué à diminuer, il eſt clair que *x* auroit dû être encore plus grand, & par conſéquent que la diſtance précédente a encore dû être de celles qui ſont prévaloir le pole antérieur.

§. 49. XXI. Expér. Le même jour, j'aimantai un pareil barreau de 2 pouces, dont le pole boréal repouſſa l'Aiguille ſous un angle de 2° 15′, & l'auſtral l'attira dans un angle de 4°. Les forces étoient donc comme 392 : 699 = 1 : 1 · 78 : ainſi, ſelon la théorie *x* auroit dû être à-peu-près de 4 pouces. §. 49. XXI. Expér.

1.° Je mis le barreau à la diſtance d'un pouce du centre de mouvement, le pole boréal étant l'antérieur : la latte ſe dirigea au N, & parcourut 90° en 1′.

2.° Le pole auſtral étant l'antérieur, elle parcourut le même arc en 30″.

3.° Je plaçai le barreau à 3 p. 8 l : le pole boréal étant l'antérieur la latte *n'eut aucune direction*, quoique j'euſſe ſoin de donner de légères ſecouſſes à la boîte pour agiter un peu l'Aiguille.

4.° La latte ſe dirigeoit promptement vers le ſud, lorſque le pole auſtral étoit l'antérieur, & parcourut 90° en 2½′ : ces deux cas ſont très-conformes à la théorie.

5.° Enfin je plaçai la barre à cinq pouces & le pole boréal ſe tourna très-lentement vers le nord, au lieu qu'elle auroit dû ſe tourner vers le ſud ſelon la théorie.

§. 50. L'expérience dura 20′. J'examinai la force des poles dès qu'elle fut finie, & je trouvai l'action du pole boréal de 2° 41′, & celle de l'auſtral de 3° 42′. La force du pole auſtral étoit donc augmentée, & celle du pole boréal étoit diminuée : les forces n'étoient plus que comme 1 à 1 · 37, au lieu d'être comme 1 à 1 · 78, ainſi que cela avoit lieu au commencement. §. 50. Examen de cette Expérience.

Cela posé, il est clair que, selon la théorie, x auroit dû être de 7 pouces (§. 45). Il n'est donc pas étonnant que le barreau placé à 5 pouces se soit tourné vers le nord, au lieu qu'il auroit dû se tourner vers le sud, si la proportion des forces eût été constante.

On peut raisonnablement supposer que chaque partie de l'expérience aura duré également long-tems, c'est-à-dire, 4': mais, comme on ne sauroit supposer de même que le changement de force se soit fait d'un mouvement uniforme, on ne peut pas établir avec certitude qu'elle a été la proportion des forces à la fin de chaque partie de l'expérience.

§. 51. XXII. Expér. §. 55. XXII. Expérience. J'ai pris un autre barreau des mêmes dimensions. Le 26 Janvier 1774, à 10 h. 15' du matin, le pole boréal détourna l'Aiguille de 1° 29': l'austral de 2° 6': donc les forces étoient à-peu-près comme 1 : 1·4.

1.° A 10 h. 24' le barreau appliqué sur la latte se tournoit vers le sud, quand le pole austral étoit l'antérieur, & au nord quand le pole boréal précédoit : x étoit égal à 4 pouces.

2.° Je mis ensuite le barreau à 5 pouces : il ne se mût vers le sud qu'avec lenteur, quoique le pole austral fût l'antérieur.

3.° A 10 h. 52' je mesurai de nouveau la force des poles ; & je trouvai l'action du pole boréal de 1° 52' : celle de l'austral de 1° 57'. Il leur étoit donc survenu un changement bien remarquable : les forces des poles étoient à présent comme 1 : 1·042.

J'ai tâché de faire encore beaucoup de barreaux d'acier bien trempé : mais je n'ai pu réussir qu'à en faire dont les poles étoient comme 1 : 1·23.

§. 52. Conséquences. §. 52. On voit donc par ce qui précède, 1.° Qu'il y a une cause, vraisemblablement insurmontable, qui empêche qu'on puisse faire des expériences, qui répondent à la théorie avec toute l'exactitude qu'on pourroit desirer. 2.° Que bien loin qu'il y en ait de contraires à cette théorie, il y en a deux la 20^e^ &

la 21^{e}, qui y répondent exactement pour la distance à laquelle il faut placer le barreau pour le rendre indifférent.

§. 53. J'ai été un peu plus heureux dans les expériences que j'ai faites en Octobre 1775. Voici leur résultat. J'ai employé un barreau d'acier de 2 pouces, pesant 59 grains : une latte de bois très-mince, du poids de 19 grains : l'étui de l'Aiguille n.° 6, pesant 127 grains : & un contrepoids de 100 grains : de sorte que tout l'équipage pesoit 305 grains. §. 53. Nouvelles Expér.

XXIII. Expér. . . . . XXIII. Expér.

Le 26, à 4 h. le pole N détourna l'Aiguille de $4\frac{1}{2}°$, force 787 } $= 1 : 1.61$...
Le pole S . . . . $7\frac{1}{4}$ . . . . . . 1272 }

J'ai mis ce barreau à 5 pouces, il a été indifférent, le pole nord étant l'antérieur. Je l'ai mis à $5\frac{1}{2}$ p. & ce barreau est allé très-lentement vers le sud, autant que la boîte le permettoit. Je l'ai mis à 4 p. il est allé au nord.

XXIV. Expér. Ayant été interrompu à $4\frac{1}{2}$ h. j'ai répété l'Expérience à 6 h. j'ai mis le barreau à 6 pouces ; mais il alla vers le nord. Je trouvai alors . . . . XXIV. Expér.

$$\left.\begin{array}{r}\text{La force du pole N} = tang\, 4\tfrac{1}{2}° = 787 \\ S = tang\, 6\tfrac{1}{4} = 1095\end{array}\right\}\text{proportion, } 1 : 1.39.$$

(x auroit dû être, selon la théorie, à-peu-près de 7 pouces.) A $6^{h}\ 20'$, les poles étoient devenus à-peu-près égaux.

XXV. Expérience. A 7 h. 35'. J'ai mis le même barreau que j'avois aimanté de nouveau, à 4 p. $\frac{1}{2}$. Le pole N étant l'antérieur : le barreau parut indifférent. Je le mis à 5 p. il se tourna d'abord *manifestement* vers le sud : mais ensuite il alla très-lentement vers le nord, & ensuite avec plus de vîtesse. . . . XXV. Expér.

$$\left.\begin{array}{r}\text{A } 7^{h}\ 50', \text{ le pole N étoit} = tang\ \ 6\tfrac{1}{2} = 1139 \\ S \ldots\ldots tang\ 11\tfrac{1}{2} = 2034\end{array}\right\} = 1 : 1.79. \text{ Donc } x = 3.6.$$

$$\left.\begin{array}{r}\text{A } 8^{h} \quad \text{le pole N étoit} = tang\ \ 7\tfrac{1}{2} = 1316 \\ S \ldots\ldots tang\ 10\tfrac{1}{2} = 1853\end{array}\right\} = 1 : 1.41. \text{ Donc } x = 7\,\text{p}.$$

Ces deux expériences confirment donc exactement la théorie, & font voir en même-tems combien l'effet du changement de forces est puissant & constant. Je remarquerai seulement

encore que, pour éviter toute erreur, les angles, qui indiquent les forces, ont toujours été meſurés deux fois.

§. 54. Remarques.

§. 54. Les expériences dont je viens de rendre compte, prouvent, ce me ſemble, d'une façon inconteſtable, la théorie mathématique dont nous venons de donner un eſſai : elle étoit à la vérité déjà ſuffiſamment prouvée, parce que nous avions, ſi je ne me trompe, démontré la vérité des principes dont nous nous ſommes ſervis ; cependant, par ſurabondance de droit, & pour ne rien laiſſer à deſirer, s'il eſt poſſible, nous allons procéder encore d'une autre manière, & prouver, 1.° Que les conſéquences qu'on déduit de cette théorie, ſont exactement conformes à l'expérience ; &, 2.° Que ſi l'on part des principes différens, on tombe dans des conſéquences qui ſont abſurdes, ou contraires à l'expérience. Voici les preuves du premier article.

III. *Conſéquences de la Théorie.*

§. 55. Théorêmes ſur la force qui dirige les Aiguilles.

I. Si l'on reprend les équations des §§. 40 & 41, où l'on a ſuppoſé $a > b$, on aura, pour la force totale qui dirige l'Aiguille, $b(3xll(n-m)+l^2(2n-m^2+3mn))$, ou, à cauſe de $n=m^2$, §. 33, on aura, ...

1.° Si $a>b$.

$(3xl(n-m)+l^2m(m+3n))b$. Or il eſt clair que cette quantité augmente, dès que x augmente. Donc, *lorſque le pole le plus fort eſt l'antérieur, la force qui dirige un barreau eſt d'autant plus grande, que le barreau eſt plus éloigné du centre de mouvement.*

2.° Si $a=b$.

II. Si l'on reprend la formule du §. 43, où $a=b$, & ſi l'on fait $r=o$, on aura, pour la force qui dirige les Aiguilles, $4l^2b$, quantité dans laquelle x n'entre pas. Donc, *ſi les poles ſont égaux, la force qui dirige l'Aiguille eſt la même, que le barreau ſoit proche ou éloigné du centre de mouvement.*

3.° Si $a<b$.

III. Enfin, ſi l'on ſe ſert de la formule du §. 44, où $a<b$, on a, pour la force directrice, $a(\lambda(m+3)-3x(m-1))$: or il eſt clair que cette quantité diminue, dès que x augmente,

&

& cela, jusqu'à ce qu'elle devienne = o. Donc, *si le pole le plus foible est l'antérieur, la force directrice diminue, à mesure qu'on éloigne le barreau du centre de mouvement, jusqu'à ce qu'elle devienne nulle.*

§. 56. Voilà ce que la Théorie fournit. Voici mes Expériences; elles sont du 28 d'Octobre 1775, faites avec le barreau dont j'ai parlé, §. 53. J'ai compté les oscillations, au moyen d'un pendule adapté pour cela (*h*). J'ai appliqué le barreau sur la latte dont j'ai parlé, §. 53, en me servant d'un contrepoids de 100 grains, qui par conséquent n'étoit pas éloigné du centre de mouvement; & c'est à dessein que je me suis servi d'un contrepoids aussi pesant, sachant, par mes Expériences, & par celles de M. *Lous*, combien un poids léger, fort éloigné du centre de mouvement, peut causer de retard aux oscillations d'une Aiguille (§§. 21, 22). §. 56. XXVI. & XXVII. Expériences.

XXVI. Expér. ....

A $2^h\ 55'$, les forces des poles étoient, pole $\left.\begin{matrix} N = tang\ 7° = 1228 \\ S = tang\ 8° = 1405 \end{matrix}\right\} = 1 : 1.14.$

Je n'avois pas touché au barreau depuis la XXV.^e Expérience. *Voyez* §. 53.

Immédiatement auparavant, le barreau étant posé à deux pouces, & le pole boréal étant l'antérieur, la latte parcourut 45° en .... $21\frac{1}{3}$ osc.

Immédiatement après, le pole austral étant l'antérieur, la latte parcourut 45° en .... $18\frac{1}{2}$

XXVII. Expér. Le barreau étant à 3 pouces, & le pole boréal l'antérieur, il fallut 24

L'austral étant l'antérieur, il n'en fallut que ...... $15\frac{1}{2}$

Ces Expériences confirment donc les premier & troisième corollaires du §. 55.

(*h*) C'est une sphère de plomb, suspendue à un fil. La longueur, jusqu'au centre de la sphère, est de 17 p. + 11.6 l. Selon la théorie, chaque oscillation doit être de 0.68; par expérience, elle est 0.676".

Immédiatement après, ſavoir, à $3^{h}\,7'$, je meſurai les forces des poles, & je les trouvai encore les mêmes.

§. 57. Théorêmes ſur la force directrice, ſi les poles changent.

§. 57. On ſent bien que je ne m'en ſuis pas tenu à ces deux Expériences : j'en ai fait un grand nombre ; mais je prévoyois que la même cauſe, qui m'avoit déjà tant traverſé, le changement de force, me traverſeroit encore ; & c'eſt auſſi ce qui eſt arrivé.

Cependant, bien loin que ces Expériences, qui pourroient, au premier abord, paroître contraires à la théorie, le ſoient réellement, elles ne font que la confirmer. Voyons en effet ce qui doit avoir lieu, ſi les forces des poles viennent à changer.

1.° Si le pole le plus fort eſt l'antérieur.

Suppoſons d'abord que le pole le plus fort ſoit l'antérieur, & reprenons la première formule du §. 55, qui eſt..... $b\,(3\,x\,l\,(n-m)+l^2 m\,(m+3\,n))$, il eſt clair que la force augmente, ſi b augmente, & que n reſte conſtant, puiſqu'alors l reſte conſtant.

Suppoſons, 2.° Que n augmente, & que b ſoit conſtant ; en ce cas, a devient plus grand, mais l diminue : ainſi, il y a, dans la formule, une quantité (n) qui augmente, & une autre (l) qui diminue ; mais il eſt aiſé de réduire tout à la ſeule quantité L ; car ſoit L la longueur du barreau, qui eſt conſtante, on aura $m=\frac{\lambda}{l}$ (§. 33) $=\frac{L-l}{l}$: donc $l=\frac{L}{m+1}$; &, ſubſtituant, on aura $\frac{Lb}{m+1}\left(3\,x\,(n-m)+\frac{Lm}{m+1}\,(m+3\,n)\right)$, ou, à cauſe de $m^2=n$, $Lb\left(\frac{3x\sqrt{n}.(\sqrt{n}-1)}{\sqrt{n}+1}+\frac{L(n+3n\sqrt{n})}{(\sqrt{n}+1)^2}\right)=A$. Or, ſuppoſant que n devienne yn, & que la force A devienne α, on aura $\alpha=Lb\left(\frac{3x\sqrt{ny}(\sqrt{ny}-1)}{\sqrt{ny}+1}+\frac{L(ny+3ny\sqrt{ny})}{(\sqrt{ny}+1)}\right)$. Or il eſt aiſé de prouver, ſi $y>1$, que le ſecond terme de la formule α, eſt plus grand que le correſpondant de la formule A ; le premier l'eſt viſiblement ; & qu'au contraire ils ſont plus petits, ſi y eſt fractionnaire, c'eſt-à-dire, ſi r diminue. J'omets la démonſtration, qui eſt très-ſimple, pour ne pas paroître entrer dans un trop grand détail. Donc, *ſi le pole antérieur eſt le*

plus fort, & que le postérieur reste constant, la force directrice augmente, si le pole antérieur croît, & diminue, s'il décroît; ce qui aura lieu, à plus forte raison, si le pole postérieur augmente ou diminue respectivement. Mais il est sensible, si b *diminue, pendant que* n *augmente, qu'il est possible que la force directrice diminue, & aussi qu'elle devienne plus grande, si* b *accroît pendant que* n *diminue.*

§. 58. Si l'on reprend la troisième formule du §. 55, qui exprime la force directrice, quand le pole antérieur est le plus foible, & qui est $a\lambda(\lambda(m+3)-3x(m-1))$, on aura $\lambda=\frac{l}{m}=\frac{L-\lambda}{m}$: donc $\lambda=\frac{L}{m+1}$; &, substituant, on aura .... $A=\frac{aL}{m+1}\left(\frac{L(m+3)}{m+1}-3x(m-1)\right)$; &, si n devient ny, m deviendra $m\sqrt{y}$, & la force, au lieu d'être A, sera .... $\alpha=\frac{aL}{m\sqrt{y}+1}\left(\frac{L(m\sqrt{y}+3)}{m\sqrt{y}+1}-3x(m\sqrt{y}-1)\right)$. Or on peut démontrer aisément, que chaque terme de A est plus grand que son correspondant, dans α, si $y>1$, & plus petit, si $y<1$. Donc $A>\alpha$, dans le premier cas, & $A<\alpha$, dans le second. Donc, *si le pole le plus foible est l'antérieur, s'il reste constant, & si le postérieur* (ou n) *augmente, la force directrice diminue; elle augmente, au contraire, si le pole postérieur décroît. Si le pole antérieur diminue, la diminution de la force directrice sera encore plus grande, dans le premier cas; mais l'augmentation, qui auroit lieu sans cela, dans le second cas, pourra se changer en diminution.* §. 58. 2.° Si le pole le plus foible est l'antérieur.

§. 59. Passons aux Expériences que j'ai faites, le 26 Octobre 1775. §. 59. Expériences pour confirmer ces deux Théorêmes.

XXVIII. Exper. .... XXVIII..... XXXIII. Exp.

A $6^h\ 20'$, la force du pole boréal étoit $=$ *tang* $5°\ 7'=897$ } . Donc $n=1{,}023$.
Austral .... $=$ *tang* $5°\ 15'=918$ }

Les poles étoient donc à-peu-près égaux. Immédiatement après, le pole austral étant l'antérieur, & $x=1$, la latte a parcouru $45°$ en 24 oscillations.

XXIX. Expér. Le pole austral étant l'antérieur, & $x=2$,

la latte a parcouru 45° en $28\frac{1}{2}$ oſcillations. Le boréal étant l'antérieur, il a fallu 29 oſcillations.

XXX. Expér. Le pole boréal étant l'antérieur, & $x = 3$ p. il a fallu 33 oſcillations. L'auſtral étant l'antérieur, il n'en a fallu que $30\frac{1}{2}$.

XXXI. Expér. Le pole boréal étant l'antérieur, & $x = 4$ p. il a fallu 37 oſcillations. L'Expérience fut troublée, lorſque le pole auſtral étoit l'antérieur. On a donc . . . .

	Pole boréal antér.	Pole auſtral antér.
$x = 1$		24 oſcill.
$x = 2$	29 oſcill.	$28\frac{1}{2}$
$x = 3$	33	$30\frac{1}{2}$
$x = 4$	37	

XXXII. Expér. Immédiatement après avoir achevé ces Expériences, je meſurai la force des poles, & je trouvai . . . . .

Le boréal $=$ *tang* $4\frac{1}{2} = 787$ }
L'auſtral $=$ *tang* $6 = 1051$ }. Donc $n = 1 \cdot 21$.

Par où l'on voit, 1.° Que les forces ont conſidérablement changé. 2.° Que n a augmenté. 3.° Que le pole b a diminué.

Or les deux Expériences du pole boréal ſont très-conformes à la régle du §. 55, & aux reſtrictions qu'y apporte la régle du §. 58.

Les Expériences du pole auſtral, ſont contraires à la régle du §. 55; mais elles ſont conformes à celle du §. 57; & il n'eſt pas néceſſaire de s'arrêter ici à une ſimple poſſibilité; on en peut faire le calcul rigoureux.

L'expérience prouve que la force directrice pour $x = 1$, a été plus grande que pour $x = 4$, au contraire de ce qui auroit dû avoir lieu, s'il n'y avoit eu aucun changement de force. Or on a, pour la XXVIII.e Expér. $b = 918$: $n = 1 \cdot 023$. Donc $m = \sqrt{n} = 1 \cdot 0114$, & $x = 1$. Pour la XXX.e Expér. on a $b = 787$: $n = 1 \cdot 210$. Donc $m = 1 \cdot 1$, $x = 4$. Pour l'un & pour l'autre cas, on a $L = 200$. Subſtituant ces valeurs, dans

l'équation du §. 57, on trouve la force directrice du premier cas $= 37{,}592{,}100$, & celle du second $= 6{,}095{,}280$; c'est-à-dire, moindre, telle aussi que la donne l'Expérience.

§. 60. XXXIII. & XXXIV. Exp. pour le cas de $a=b$.

§. 60. Pour ce qui est du cas de l'égalité des poles, voici une Expérience très-conforme à la théorie du §. 55, seconde formule.

XXXIII. Expér. Le 28 d'Octobre, à $2\frac{1}{2}^{h}$, l'action des deux poles étoit $=$ *tang* $8^{\circ} = 1405$.

Le pole N étant l'antérieur, le barreau à 1 p. il fallut 19 oscillations pour 45°.
Le pole N étant l'antérieur, le barreau à 2 p. . . . . . . 19 oscill.

XXXIV. Expér. Je rendis ensuite le pole N l'antérieur, x étant $= 3$ p. mais il fallut 22 oscillations: ceci me fit soupçonner un changement de force; & en effet, immédiatement après, à $2^{h}\ 40'$, je trouvai le pole

$$\left.\begin{array}{l} N = tang\ 7^{\circ} = 1228 \\ S = tang\ 8\frac{1}{2}^{\circ} = 1494 \end{array}\right\} n = 1\cdot 21.$$

§. 61. Comparaison des Théorêmes des §§. 57 & 58.

§. 61. La force directrice, lorsque le pole antérieur est le plus fort, est exprimé par la formule du §. 57, ... $\frac{Lb}{m+1}(3x(n-m)+\frac{Lm}{m+1}(m+3n))$, & celle qui exprime la même force, lorsque le pole antérieur est le plus foible, est exprimée par $\frac{Lb}{m+1}(L(\frac{m+B}{m+1})-3x(m-1))$, §. 58 (*i*). Or il est visible que la première force est plus grande que la seconde: donc, *la distance au centre de mouvement étant la même, le barreau se meut avec plus de force, lorsque le pole antérieur est le plus fort, que lorsqu'il est le plus foible.* Or l'Expérience confirme parfaitement cette théorie, comme il paroît par les Expériences du §. 59.

§. 62. Autres Expér.

§. 62. J'avois déjà fait des Expériences là-dessus en 1774; comme elles sont fort détaillées, je vais les ajouter ici.

J'ai employé un barreau d'acier, trempé bien dur, dont le pole austral étoit au boréal, comme 1·23 à 1. Ce barreau

---

(*i*) Je mets ici *b* au lieu de *a*, parce que c'est *b* qui est ici le pole le plus foible, au lieu que c'étoit *a* dans le §. 58.

ſut mis à un pouce du centre de mouvement, ſur la latte n.° 1, §. 24.

Je mis la latte dans le méridien magnétique, mais de façon que le barreau fut dans la partie auſtrale, quand le pole boréal étoit l'antérieur, & dans la boréale quand l'auſtral étoit l'antérieur, de ſorte qu'il devoit parcourir 180° pour parvenir à ſa ſituation naturelle. Je retirois doucement le doigt pour ne donner aucune impulſion au barreau, & pour empêcher qu'il n'acquît un balancement vertical, qui change le tems de l'oſcillation. Je fais mention de ces deux circonſtances, parce qu'elles ſont eſſentielles, quelque minutieuſes qu'elles puiſſent paroître au premier abord. Voici donc ce que j'obſervai.

XXXV. Exp.

XXXV. Expér. ....

Le pole N étant l'antérieur, le barreau va du S au N, ou parcourt 180° en 30″	Le pole S étant l'antérieur, le barreau va du N au S, ou parcourt 180° en 10″
De-là à 76° O 52	De-là à 75° E..................20
De-là, par le nord, à 22° E, ou 98° en 67	De-là au ſud 20
	De-là à l'E, puis au ſud, puis à 22° E, 60
	De-là au S, puis à 7° O 60

La force a donc été beaucoup plus grande dans le ſecond cas.

Voici encore une Expérience faite avec le même barreau.

XXXVI. Exp.

XXXVI. Expér. ....

Pole N antérieur, vient du ſud au nord en.........75″	Pole S antérieur, vient du nord au ſud en..........48″
De-là à 95° E 15	A 90° E 15
N..........15	S 32
64 O..........30	70 O..............20
N..........30	S 20
47 E..........20	42 E..............25
N..........20	S 22
27 O..........25	28 O..............22
N..........30	S 30
18 E..........15	14 E..............30
N..........37	S 15
2 O..........13	

D'où il suit, que la latte s'est mûe avec plus de force dans le second cas : car elle a employé alors 201″ pour les huit premières oscillations, & elle en a employé 230″ pour le même nombre, dans le second cas. Il y a quelques irrégularités qui viennent de quelques tremblemens que la latte recevoit à la moindre agitation qui se faisoit dans la chambre où j'étois, & aussi de changemens de forces qui peuvent être survenus.

XXXVII. Expér. J'employai le barreau de fer, dont je m'étois servi dans la XXII.^e Expér. §. 51, le pole S étoit, à présent, au boréal, comme 1·17 à 1. Je mis ce barreau à un pouce; XXXVII. Expérience.

Pole N antérieur.	Pole S antérieur.
Le barreau vint de l'E au N en 60″	De l'E au sud en 45″
A 7° O en. . . 30	A 18° O 30
	Au sud 67

Le mouvement devint ensuite trop lent.

XXXVIII. Expér. J'appliquai le même barreau à 3 pouces de distance; . . . . XXXVIII. Expérience.

Pole N antérieur.	Pole S antérieur.
La latte parcourut 105°; vint au N en . . . . 90″	La latte vint de l'E au S, & parcourut 90° en. . . . . 67″
Vint à 28° O en 30	Vint à 15° O en. 45
Au N en. 50	

Mais la latte avoit reçu un tremblement, qui est cause qu'on ne peut faire aucun fonds sur ce nombre, ni sur les suivans, que j'omets par conséquent.

§. 62*. Cette Expérience, comparée à la précédente, confirme pour le pole boréal ce qui a été dit §. 55. art. III. & §. 58. Pour concilier, quant au pole austral, ces deux expériences avec la règle du §. 57. art. I, il faut avoir égard à ce qui a été dit §. 57; mais, ne connoissant pas alors cette théorie, je n'ai pas songé à mesurer la force des poles immédiatement après avoir fait cette expérience : mais il est clair, par la 37.^e §. 62*. Conséquences.

expérience, comparée à la 22.[e] §. 51, que le pole auſtral avoit beaucoup diminué.

Toutes ces expériences confirment donc parfaitement les conſéquences que nous avons déduites de notre théorie, dans les §§. 55, 57, 58, 61. Je paſſe au ſecond article, que j'ai entrepris de prouver (§. 54,) c'eſt que ſi l'on part de principes différens, on tombe dans des conſéquences erronées.

IV. *Erreurs dans leſquelles on tombe, ſi on emploie une Théorie différente.*

§. 63. 1.° Si l'on omet les forces des particules.

§. 63. Nous avons fait voir ci-deſſus (§. 24,) dans quelle abſurdité on tomboit ſi on ne conſidéroit ni la force des particules, ni leurs diſtances au centre de mouvement, & qu'on fît uniquement attention à la grandeur des parties boréale & auſtrale d'une aiguille. Je vais prouver maintenant qu'on n'erre pas moins ſi on n'emploie qu'un de ces deux élémens, ſans conſidérer l'autre : commençons par l'omiſſion de la force des particules.

Soit $Ac=l$, $cB=\lambda$, $BC=x$ (*Fig.* 3); en ne faiſant attention qu'aux diſtances au centre de mouvement C, on a, pour la partie CB, x, $x+r$, $x+2r$, $x+3r$, ...$x+zr$; mais $zr=\lambda$: donc $z=\frac{\lambda}{r}$: donc on a x, $x+r$, $x+2r$.....$x+\frac{\lambda r}{r}$; ſérie dont la ſomme eſt $\frac{2\lambda rx+2r^2x+\lambda^2r+r^2\lambda}{2r^2}=\frac{2\lambda x+2rx+\lambda^2+r\lambda}{2r}$.

La force de cA ſera $x+\lambda$, $x+\lambda+r$, $x+\lambda+2r$...... $x+\lambda+zr$: or $z=\frac{l}{r}$; la ſomme de cette ſérie ſera donc $\frac{2lx+l^2+2l\lambda+rl+2xr+2\lambda r}{2r}$. Donc la force totale ſera, ſi Ac eſt la partie antérieure, ...
$\frac{1}{2r}(2lx+l^2+2l\lambda+rl+2rx+2\lambda r-2\lambda x-2rx-\lambda^2-r\lambda)=\frac{x(2l-2\lambda)+l^2+2l\lambda+r(l+\lambda)\lambda^2}{2r}=A$. Otant le dénominateur qui eſt conſtant, faiſant $r=o$, on aura $x(2l-2\lambda)+2l\lambda+l^2-\lambda^2=a$.

Si

Si Bc eſt antérieur, on aura ....
$\frac{x(2\lambda - 2l) + 2\lambda l + \lambda^2 - l^2 + r(l+\lambda)}{2r} = B$, ou, faiſant $r = o$,
$x(2\lambda - 2l) + 2l\lambda + \lambda^2 - l^2 = \beta$.

Or, ſi le pole A eſt le plus foible, on aura $l > \lambda$, & il eſt viſible qu'à cauſe de cela on aura $A > B$: $\alpha > \beta$, c'eſt-à-dire, *s'il ne faut pas avoir à la force des particules, le barreau ſe meuvra avec moins de force ſi le pole le plus fort eſt l'antérieur.* Or nous avons vu ci-deſſus §§. 56, 57, que cela étoit abſolument contraire à l'expérience; il faut donc conſidérer la force des particules.

§. 64. Suppoſons, à préſent, qu'on conſidère la force des particules, mais qu'on n'ait aucun égard à leurs diſtances au centre, on aura, pour la force de Ac, $\frac{al}{l} + \frac{a(l-r)}{l} + \frac{a(l-2r)}{l} \ldots \frac{a(l-zr)}{l}$: or $z = \frac{l}{r}$; ſérie dont la ſomme eſt ....
$\frac{al}{2r^2 l}(lr + r) = \frac{a(l+1)}{2r} = A$. §. 64. 2.° Si l'on n'a pas d'égard aux diſtances.

On aura de même, pour Bc, $B = \frac{b(\lambda+1)}{2r}$. Donc, ſi A$c$ eſt antérieur, la force totale ſera $\frac{a(l+1) - b(\lambda+1)}{2r}$: ſoit A le pole le plus fort, on aura $a = nb$, $\lambda = mb$; donc la force totale ſera $\frac{nbl + nb - mbl - b}{2r} = \frac{bl(n-m) + b(n-1)}{2r} = A$. Mais, ſi B$c$ eſt antérieur, on aura, pour la force totale, $\frac{bl(m-n) + b(1-n)}{2r} = B$.

Or il eſt clair que B eſt négatif : donc, s'il ne faut pas avoir égard à la diſtance des particules au centre de mouvement, le barreau doit ſe mouvoir conformément à ce qu'exige la partie poſtérieure, ſi l'antérieure eſt la plus foible : donc ſi le pole boréal eſt l'antérieur, le barreau devroit toujours ſe mouvoir vers le Sud, ce qui eſt très-contraire à toutes les expériences que nous avons faites.

§. 65. Je crois donc avoir prouvé, avec une exactitude & une préciſion ſuffiſantes, la vérité des principes dont je me ſers §. 65. Concluſion.

pour calculer la force avec laquelle des barreaux aimantés doivent se mouvoir, & la direction qu'ils doivent acquérir. Calculs qui nous ont mené à des conclusions très-différentes de tout ce qu'on avoit pensé jusqu'ici sur cette matière. Je m'y suis arrêté très-long-tems, & peut-être trop, parce que j'ai voulu tâcher de ne rien omettre de ce qui pourroit contribuer à la démonstration, ou servir à expliquer des expériences, qui, par le concours de bien des circonstances, pourroient, au premier abord, paroître contraires aux miennes, si jamais cet écrit a le bonheur de tomber entre les mains de Physiciens qui veuillent les répéter. Cela étoit enfin d'autant plus nécessaire, que les calculs des Chapitres suivans seront plus compliqués.

CHAPITRE IV.

Examen des Aiguilles linéaires, qui n'ont que deux poles, & dans lesquelles le centre de mouvement passe par l'Aiguille même.

I. *Formules générales, pour la direction des Aiguilles.*

§. 66. NOUS AVONS FAIT voir dans le §. 42, qu'il est possible que des barreaux aimantés, placés hors du centre de mouvement, acquièrent une direction contraire à celle qu'ils devroient avoir, ou n'en acquièrent aucune. Il est important d'examiner si la même chose peut avoir lieu quand le centre de mouvement tombe dans l'aiguille même, & de rechercher avec quelle force une pareille aiguille se meut. *§. 66. Formules pour les forces.*

Soit donc (*Fig.* 8,) AB l'Aiguille proposée; soit, comme ci-dessus, $Ac = l$; $cB = \lambda$, $CB = x$: donc $Cc = \lambda - x$. Il faudra déterminer les forces des trois parties Ac, BC, Cc. *Fig. 8.*

I. Pour la force de Ac, il n'y a qu'à faire x négatif, dans la formule du §. 37, & l'on a la force de $Ac =$ . . . . $\frac{a}{6r}(-3x(l+r)+2l^2+3lr+3\lambda l+3\lambda r+r^2)$. 1.° De Ac.

II. Pour avoir la force de BC, on a manifestement cette série $b\left(\frac{\lambda x}{\lambda}+\frac{\lambda-r}{\lambda}(x-r)+\frac{\lambda-2r}{\lambda}(x-2r)\ldots\ldots\frac{(\lambda-zr)(x-zr)}{\lambda}\right)$. Or $\lambda - zr = \lambda - x$: donc $z = \frac{x}{r}$. En suivant donc la méthode employée dans le §. 38, on trouve que la somme de cette série est $\frac{b}{6\lambda r}(-x^3+3x^2\lambda+3xr\lambda+xr^2) =$ force de BC. 2.° De BC.

III. Pour la force de Cc, on a cette série, ... 3.° De Cc.
$b\left(\frac{\lambda-x-r}{\lambda}r = \frac{\lambda-x-2r}{\lambda}2r+\ldots\ldots\frac{\lambda-x-2r}{\lambda}zr\right)$. Or . . . .

$-(x+2r)=-\lambda$: donc $z=\frac{\lambda-x}{r}$: on a donc ....
$\frac{b}{\lambda}\left(\overline{\lambda-(x+r)}\cdot r+(\lambda-\overline{x+2r})\,2r\ldots\ (\lambda-(x+\frac{\lambda-x}{r}\cdot r)(\frac{\lambda-x}{r}r)\right)$;
&, ſuivant la méthode du §. 37, on trouve que la ſomme de cette ſérie eſt $\frac{b}{6\lambda r}(-x^3+3\lambda x^2-3\lambda^2 x+xr^2+\lambda^3-\lambda r^2)=$ force de C*c*.

§. 67.
Force totale.

§. 67. Les parties A*c* & CB, impriment le même mouvement à l'Aiguille, celui qu'exige la partie A: C*c* ſeul agit en ſens contraire. On aura donc ....
$a(-3x(-l+r)+2l^2+3lr+3\lambda l+3\lambda r+r^2)+$.....
$\frac{b}{\lambda}(-x^3+3\lambda x^2+3xr\lambda+xr^2)>=$...................
$<\frac{b}{\lambda}(-x^3+3x^2\lambda-3x\lambda^2+r^2x+\lambda^3-\lambda r^2)$, ou, ordonnant, par rapport à x, & toutes réductions faites, on aura .....
$-3ax(l+r)+3bxr+3bx\lambda-b\lambda^2+3\lambda la+3\lambda ar+3lar+2l^2a+ar^2+br^2>=<o$.
Et cette formule exprime la force avec laquelle l'Aiguille ſe dirige vers le méridien.

Conſéquence.

Si l'on fait $r=o$, on aura, pour la même force, ...
$-3alx+3b\lambda x-b\lambda^2+3\lambda la+2l^2a>=<o$.

Tant que cette quantité eſt poſitive, l'Aiguille aura ſa direction ordinaire: ſi elle peut devenir o, l'Aiguille n'aura aucune direction; ſi elle peut devenir négative, l'Aiguille aura une direction renverſée.

Il peut y avoir quatre cas: car, 1.° le centre magnétique tombe dans la partie la plus foible: on a $a>b$; ou 2.° il tombe dans la partie la plus forte: on a $b>a$: ou 3.° les poles ſont égaux, c'eſt-à-dire, $a=b$: ou enfin 4.° le centre de mouvement coïncide avec le centre magnétique. Examinons ces quatre cas.

Premier Cas.

§. 68.
Premier Cas; ſi $a>b$.

§. 68. La formule eſt (§. 67.), ...
$3x(-al-ar+br+b\lambda)-b\lambda^2+3\lambda la+3\lambda ar+3lar+2l^2a+ar^2+br^2>=<o$.
Soit $a=nb$, $\lambda=ml$, on aura, en ſubſtituant, ...

$$3x\begin{pmatrix}-nbl+br\\-nbr+mbl\end{pmatrix}\begin{matrix}-bm^2l^2+3mnl^2b+3mnblr+nbr^2\\+2nl^2b\qquad\qquad+3nlbr\;+\;br^2\end{matrix}\Bigg\}>=<o.$$

Or les deux valeurs extrêmes de x ſont o & λ, ſelon que le centre de mouvement tombe en B ou en c.

1.° Si $x=o$, il eſt clair que cette quantité eſt poſitive; car $-bm^2l^2<2nl^2b$, à cauſe de $n=m^2$, §. 33.

2.° Si $x<\lambda$, ſoit $x=\frac{\lambda}{y}=\frac{ml}{y}$, on aura, en ordonnant, . . .

$$\begin{matrix}-\frac{3mnbl^2}{y}-bm^2l^2-\frac{3nmblr}{y}+\frac{3m^2bl^2}{y}+\frac{3mblr}{y}+nbr^2\\+3mnbl^2+2nl^2b+3mnblr\qquad\qquad+3nblr+br^2\end{matrix}\Bigg\}>=<o.$$

Or il eſt clair que les termes négatifs ſont ſurpaſſés par leurs correſpondans poſitifs: & il n'eſt pas moins clair que la même choſe a lieu quand $y=1$, ou $x=\lambda$.

Donc l'Aiguille ne ſauroit jamais être indifférente ou avoir une direction oppoſée tant que le centre de mouvement tombe dans la partie la plus foible de l'Aiguille.

Second Cas.

§. 69. Si on ſuppoſe que le centre de mouvement tombe dans la partie la plus forte de l'Aiguille, il faut, pour l'uniformité des formules, garder $a>b$, $l<\lambda$: ainſi, il faut ſuppoſer que C tombe dans Ac, au lieu qu'on l'a ſuppoſé dans cB dans les formules précédentes. Il faut donc ſubſtituer dans la formule du §. 67, $L-x$, ou $\lambda+l-x$ au lieu de x : ce qui étant fait on aura $3x\begin{pmatrix}al-ar\\-b\lambda-br\end{pmatrix}\begin{matrix}-al^2+3bl\lambda+3a\lambda r+3brl+ar^2\\+2b\lambda^2\qquad+3b\lambda r\qquad+br^2\end{matrix}\Big\}>=<o.$ §. 69. Second Cas; ſi le centre de mouvement tombe dans la partie la plus forte. *Fig. 8**.

Faiſant $a=nb$, $\lambda=ml$, on aura. . . . .

$$3x\begin{pmatrix}-mlb-br\\+nlb-nbr\end{pmatrix}\begin{matrix}-nbl^2+3mbl^2+3lbr+3nbr+br^2+nbr^2\\+2m^2bl^2\qquad+3mlbr+3mnbrl\end{matrix}\Bigg\}>=<o.$$

On prouve tout comme on l'a fait §. 68, que tous les termes négatifs ſont ſurpaſſés dans cette formule par leurs poſitifs correſpondans, quelle que ſoit la valeur de x. *Donc l'Aiguille a toujours ſa direction ordinaire, quand le centre de mouve-*

ment tombe dans la partie la plus forte, & elle ne sauroit jamais devenir indifférente ou renversée.

Troisième Cas.

§. 70. Troisieme Cas; si les poles sont égaux.

§. 70. Il est évident, soit que l'on prenne la formule du §. 68, soit qu'on prenne celle du §. 69, que si $n = m = 1$, les termes positifs sont égaux à leurs correspondans négatifs, ou les surpassent. Donc *une Aiguille dont les poles sont egaux à sa direction ordinaire, où que ce soit que le centre de mouvement soit placé.*

Quatrième Cas.

§. 71. Quatrième Cas; si C & c coïncident.

§. 71. On peut toujours trouver, au moyen des formules précédentes, la force qui dirige une Aiguille, quand le centre de mouvement coïncide avec le centre magnétique; car, faisant $x = \lambda$, dans la formule du §. 68, on a, toutes réductions faites, $2b\lambda^2 + 3br\lambda + 3la + 2l^2a + ar^2 + br^2$, ôtant le diviseur commun x; &, si l'on fait $r = o$, on aura, pour la force de l'Aiguille, $2al^2 + 2b\lambda^2$; faisant $a = nb$, $\lambda = ml$, on a $2nl^2b + 2m^2bl = 4nbl^2$; formule très-simple, à laquelle nous nous tiendrons par conséquent.

Si l'on fait $x = l$ dans la formule du §. 69, on trouve la même quantité $4nbl^2$.

Pour pouvoir nous servir encore plus facilement de cette formule, nous la transformerons de façon qu'elle ne contienne que L, m, & n: car on connoît m dès que n est donné, puisque $m = \sqrt{n}$. Soit donc $a = nb$, $\lambda = ml$, on aura, §. 58, ... $l = \frac{L}{m+1} = \lambda = \frac{mL}{m+1}$; ce qui, étant substitué, donne $\frac{4nbL^2}{(m+1)^2}$.

II. *Corollaires sur les forces qui dirigent les Aiguilles.*

§. 72. Comparaison du premier & du quatrième Cas.

§. 72. Pour comparer cette formule à celles qui ont lieu lorsque le centre de mouvement ne coïncide pas avec le centre magnétique, reprenons les formules des §§. 68 & 69.

La première a lieu lorſque le centre de mouvement tombe dans la partie la plus foible; or elle eſt, faiſant $r=o$, & toutes réductions faites, ...
$\frac{bL}{m+1}(3mx(1-m)+\frac{Ln(1+3m)}{m+1})=\frac{bmL}{m+1}(3x(1-m)+\frac{Lm(1+3m)}{m+1})$. Or, comparant cette formule à celle du §. 71, on aura ....
$\frac{4nL}{m+1}>=<3mx(1-m)+\frac{Ln(1+3m)}{m+1}$; ce qui, toutes réductions faites, à cauſe de $m^2=n$, devient $x>=<\frac{Ln}{m(m+1)}$, ou $x>=<\frac{mL}{m+1}$. Or x eſt, dans notre cas, toujours plus petit que $\frac{mL}{m+1}$, puiſque la plus grande valeur poſſible eſt λ, ou $\frac{mL}{m+1}$: donc, en ce cas, l'Aiguille ſe meut avec plus de force, ſi le centre de mouvement tombe hors du centre magnétique, que s'il coïncide avec celui-ci: il n'y a qu'un cas d'excepté, celui où les poles ſont égaux; car alors $m=\lambda=1$: donc $3mx(1-m)=o$. La formule ſe réduit donc en $\frac{4bL^2}{4}=bL^2$; ce qui eſt, dans le même cas, la formule pour la coïncidence.

§. 73. Le contraire a lieu, ſi l'on ſuppoſe que le centre de mouvement tombe dans la partie la plus forte de l'Aiguille; car, en ce cas, on aura, poſant $r=o$, dans la formule du §. 69, & toutes réductions faites, $\frac{bL}{(m+1)}(3x(n-1)+\frac{L(m+3m)}{m+1})$. Or, ſi l'on compare cette formule à celle du §. 71, qui eſt $\frac{4nbL^2}{(m+1)^2}$, elle ſera plus petite que celle-ci, ſi $\frac{L}{m+1}>x$; car c'eſt à cette quantité que la comparaiſon ſe réduit, comme à ſes moindres termes: or la plus grande valeur de x, eſt l, ou $\frac{L}{m+1}$, lorſque les deux centres coïncident: donc, en tout autre cas, $\frac{L}{m+1}>x$, excepté ſi $n=m=1$; c'eſt-à-dire, ſi les poles ſont égaux. Donc, *ſi le centre de mouvement tombe dans la partie la plus forte de l'Aiguille, la force directrice ſera plus petite que ſi les deux centres de mouvement & de magnétiſme coïncident, & encore plus petite, que ſi le centre de mouvement tomboit dans la partie la plus foible.*

§. 73. Comparaiſon du ſecond & du quatrième Cas.

§. 74. En réſumant ce qu'on vient de démontrer dans les trois §§. précédens, on en peut déduire ces cinq corollaires.

§. 74. Réſumé général.

1.° On peut toujours trouver, par la formule $\frac{4nbL^2}{(m+1)^2}$, les

forces de deux Aiguilles de même longueur, lorſqu'elles ſont ſuſpendues par leurs centres magnétiques.

2.° Les forces directrices de pareilles Aiguilles ſont comme celles de leurs poles, ſi chaque Aiguille a ſes deux poles égaux : ou ſi la proportion des poles eſt la même.

3.° Si ces Aiguilles ne ſont pas ſuſpendues par leur centre magnétique, on peut toujours comparer leurs forces, par la formule $A = \frac{lL}{m+1}\left(3x(m-n) + \frac{Ln(1+3m)}{m+1}\right)$, ſi le centre de mouvement tombe dans la partie la plus foible, &, par la formule $B = \frac{Lb}{m+1}\left(3x(n-m) + \frac{L(n+3m)}{m+1}\right)$, s'il tombe dans la partie la plus forte de l'Aiguille.

4.° Que toutes choſes d'ailleurs égales, l'Aiguille ſe meut avec plus de force, ſi le centre de mouvement tombe dans la partie la plus foible de l'Aiguille, que s'il coïncide avec le centre magnétique; qu'au contraire, il ſe meut avec moins de force, ſi le centre de mouvement tombe dans la partie la plus forte, que ſi les deux centres coïncident : d'où il ſuit enfin;

5.° Que l'Aiguille ſe meut avec plus de force, ſi le centre de mouvement tombe dans la partie la plus foible, que s'il eſt dans la partie la plus forte de l'Aiguille.

La première partie du quatrième corollaire eſt contraire à ce qu'on a penſé juſqu'à préſent ſur ce ſujet : car, dira-t-on, puiſqu'il y a dans le cas de la non coïncidence une partie C c qui agit en ſens contraire, la force doit être moindre; mais on n'a pas fait attention que par la même A c eſt plus éloigné du centre de mouvement, ce qui augmente ſa force.

III. *Expériences qui confirment ces Corollaires, lorſque les Aiguilles ont des maſſes & des longueurs égales.*

§. 75. Expériences. §. 75. Pour omettre le moins qu'il ſera poſſible de tout ce qui pourroit contribuer à la préciſion de ces recherches, je vais confirmer ces corollaires par quelques expériences.

Dans

Dans les trois expériences ſuivantes, je me ſuis ſervi d'une lame n.° 3, que je décrirai plus amplement dans la ſuite (§. 337.) Elle a 9.675 p. de longueur : elle peſe ſeule 193 gr. & avec l'équipage pour la ſuſpenſion $277\frac{1}{2}$ grains.

XXXIX. Expér. Le 22 de Décembre 1774, à la diſtance de 5 p. 10 l. les forces étoient ....

Pour le pole N = *tang* 31° 10′ = 638·5
S = *tang* 30° 46′ = 598·4. Par un milieu de trois eſſais, j'ai trouvé $n = 1\cdot067$. J'ai trouvé la diſtance du centre magnétique au pole boréal = 4·727 p. en prenant un milieu de trois eſſais, qui ne différoient que de 0·004 l.: par le calcul, j'ai trouvé cette diſtance = 4·756 p. donc, par un milieu, 4·7416 p.

J'ai mis le centre de mouvement très-exactement dans le centre magnétique : en parcourant un arc de 30° de chaque côté du méridien, l'Aiguille a fait chaque oſcillation en 7·87″, en prenant un milieu de trois expériences, qui ne différoient pas ſenſiblement. Il a fallu 20 à 22 oſcillations pour réduire l'Aiguille au repos. En parcourant un arc de 45°, il a fallu 8·05″ par oſcillation, & il y en a eu trente en tout.

Faiſant, dans la formule du §. 71, $n = 1\cdot067$, $m = \sqrt{n} = 1\cdot033$, $L = 96715$, on trouve, pour la force 57711, en ſe ſervant des cinq premiers chiffres.

XL. Expér. Le 24 de Décembre, les forces étoient comme 1 : 1·024 en prenant un milieu de trois eſſais : à la même diſtance, la force du pole N étoit *tang* 32.° 13′ = 630 : celle du pole auſtral étoit *tang* 31.° 5′ = 619 : l'Aiguille ſuſpendue par ſon centre magnétique a employé 7.975″ pour chaque oſcillation, & il en a fallu 24 pour que l'Aiguille parvînt au repos : en parcourant 45° de chaque côté du méridien, elle a fait 29 oſcillations, & a employé 8.1″ pour chaque oſcillation. Faiſant dans la formule $n = 1\cdot024$ $m = \sqrt{n} = 1\cdot012$, $b = 619$, on aura la force = 58720 : elle eſt un peu plus grande que celle de l'expérience 39ᵉ, quoique le tems des oſcillations

ait été un peu plus long, ce qui indiqueroit une force plus foible : mais, dans l'expérience 39, j'ai employé un curseur de $8\frac{1}{2}$ gr. à la distance de 5 l. du centre; &, dans le second cas, ce même curseur a été à 2 p. 10 l. Or, si l'on fait attention aux expériences de M. *Lous* & aux miennes propres, dont j'ai fait mention ci-dessus §. 21, on verra la raison de la petite différence qu'il y a ici; & c'est cette raison qui m'a engagé à placer ici cette expérience. Cette cause de retard, dont on doit, je crois, la connoissance à M. *Lous*, est un grand obstacle à nos expériences.

§. 76.
XLI. & XLII. Expériences.

§. 76. XLI. Expér. Le premier Janvier 1775, ...

Le pole boréal étoit $= tang\ 50° = 1192$
Austral..... $= tang\ 53\frac{1}{2} = 1351$ }. Donc $n = 1.105$.

La distance du centre magnétique au pole austral étoit, ...

Par deux essais $= 4$ p. $9 \cdot 7$ l.
Par calcul...... 4 p. 9.

L'Aiguille suspendue par son centre magnétique, & détournée de 45° du méridien, a fait 30 oscillations, & chaque oscillation en $7 \cdot 2''$. Le curseur étoit à 1 p. $10\frac{1}{2}$ l. du centre. Faisant $n = 1.105 : m = \sqrt{n} = 1 \cdot 0512 \cdot b = 1192$, on trouve la force $= 117402$. Or cette force est plus grande que celle des expériences 39 & 40, & le tems des oscillations est moindre.

XLII. Expér. Le 28 Décembre 1774, j'ai employé ma lame n.° 4, qui a la même longueur que n.° 3 : elle pèse $293\frac{1}{2}$, & avec l'équipage pour la suspension $295\frac{1}{2}$. Le pole austral étoit au boréal comme $1 : 1 \cdot 052$. A la distance de 7 p. $7 \cdot 5$ l. la force du pole boréal étoit *tang* $28° 30' = 543$. Cette lame suspendue, par son centre magnétique, a fait 30 oscillations, en commençant à osciller par un arc de 45°; & chaque oscillation en $6 \cdot 46''$. Elle en a fait 30 en oscillant par un arc de 30°, & chaque oscillation en $6 \cdot 75''$.

Dans la 41ᵉ Expérience, le pole austral ou le plus foible, étoit à cette même distance, $= tang\ 27° \cdot 30' = 493$. Donc cette force est à celle-ci comme $493 : 543 = 1 : 1.102$. Ainsi, à

la même diſtance la force auroit été dans cette expérience $= 1313$: faiſant donc $b = 1313$, $n = 1 \cdot 052 : m = \sqrt{n} = 1 \cdot 0256$: on trouve la force directrice $= 126236$, qui eſt plus grande que celle de la 41e expérience, ce qui ſe devoit, car le tems des oſcillations eſt plus court.

§. 77. XLIII. Expér. Le 8 Août 1774, j'ai employé ma lame n.° 2, qui a à-peu-près la même longueur que les précédens, ſavoir, 9 p. 7 · 9 l. Poids de la lame 209 gr. & de l'équipage pour la ſuſpenſion 113 gr. Les poles étoient à très-peu-près égaux : $b = tang\ 28° \cdot 15' = 537$ à la diſtance de 5 p. 10 l. Le centre de mouvement coïncidant avec le centre magnétique, l'Aiguille a fait chaque oſcillation par un arc de 60° en 8 · 4″. Faiſant dans la formule $L = 965 \cdot 9 : n = 1 = m : b = 537$, on trouve pour la force 50178, plus petite que celle de l'expérience précédente : auſſi le tems des oſcillations eſt-il beaucoup plus long. §. 77. XLIII. & XLIV. Expér.

XLIV. Expér. Le 16 Août, la proportion des poles étoit dans la même lame $1 : 1 \cdot 080$; b ou le pole auſtral étoit $= 532$, à la diſtance de 5 p. 10 l. ou $tang\ 28°$. Les centres magnétiques & de mouvement coïncidans, chaque oſcillation étoit de 8 · 2″ plus petite que dans l'expérience précédente. Or faiſant $n = 1 \cdot 080$, $b = 532$, $L = 965 \cdot 9$, la force $= 51682$, plus grande que dans l'expérience précédente.

§. 78. En réſumant en peu de mots le réſultat des expériences précédentes, on aura la table ſuivante. §. 78. Réſumé.

			Temps des oſcill. par un milieu,	
39.e Exp.	Force,	57711;	7 · 96″	N.° 3.
40.e Exp.	.....	58720	8 · 03	N.° 3.
41.e Exp.	.....	117402	7 · 2	N.° 3.
42.e Exp.	.....	126236	6 · 61	.. N.° 4.
43.e Exp.	.....	50178	8 · 4	N.° 2.
44.e Exp.	.....	51862	8 · 2	N.° 2.

Où il n'y a que la ſeule XL.e Expérience qui faſſe excep-

tion, relativement à la seule XLIX.e Expérience; & cela par les raisons que j'ai alléguées. Du reste, quoique les lames n.° 3, 4 & 2 aient à très-peu-près la même longueur, on n'en sauroit bien comparer ensemble les oscillations, parce que celles-ci diffèrent, selon que le poids de l'Aiguille est différent, comme on le verra dans le Chapitre XX.

J'aurois fort souhaité pouvoir établir une proportion constante, pour faire voir non-seulement que les forces sont réellement plus grandes, lorsqu'elles doivent l'être selon la théorie, mais encore qu'elles le sont autant que la théorie l'exige: mais cela m'a été impossible. 1.° Un plus petit nombre d'oscillations indique, à la vérité, une plus grande force: mais selon quelle proportion? Sera-ce en raison double de leur nombre? Mais ce nombre est très-différent, selon que la pointe est plus ou moins émoussée: au lieu que cette circonstance n'influe en rien sur la durée des oscillations, comme M. *Lous* l'a prouvé par des expériences que j'ai vérifiées. Prendra-t-on donc la raison doublée inverse de leur durée? Cela peut avoir lieu, si l'on considère l'Aiguille comme une pendule semblable à ceux dont nous nous servons pour la mesure du tems: mais pour que cette analogie fût au-dessus de toute exception, il faudroit que toutes les parties du pendule magnétique fussent animées d'une force égale, comme toutes celles du pendule ordinaire le sont d'une force égale de gravité: or nous avons prouvé que cela n'est pas: aussi M. *Lous* a-t-il essayé d'établir une autre théorie à cet égard. 2.° Selon la différente position du centre magnétique, on a besoin d'un contrepoids plus ou moins fort, ou d'un même posé à une distance plus ou moins grande: ce qui trouble l'expérience. Enfin 3.° ces oscillations sont un effet composé, qui dépend & de la force de la lame, & de la force directrice terrestre: or celle-ci est sujette à des changemens comme nous le dirons en son lieu. Il faudroit donc avoir une méthode pour connoître ces changemens avec précision, & les soumettre au calcul. Cependant j'ai lieu de croire que cet obstacle n'a influé que peu dans mes

expériences, parce que j'ai eu la précaution de mesurer la force de mes lames : or, comme en différens tems, le tems des oscillations de ma lame n'a pas changé sensiblement, il s'ensuit qu'il n'y a pas eu dans cet intervalle un grand changement dans la force directrice universelle. Il me suffit donc de montrer, en général, que la théorie est conforme à l'expérience : & c'est ce que je crois avoir fait pour le premier corollaire. Je passe aux autres.

§. 79. *Première suite d'expériences.* Je me suis servi dans ces expériences d'une lame, marquée n.° 1 : elle a 6 · 875 p. de longueur : pèse 188, & avec l'équipage de suspension 306 gr. §. 79. Première suite d'Expériences.

XLV. Expér. Le 18 Mai 1774, la proportion des poles étoit comme 1 à 1 · 118. Le pole boréal, qui étoit le plus foible, détournoit l'Aiguille de 9° · 15′ à la distance de 7 p. 63 l. & est par conséquent = 164 : si l'on réduit cette force à ce qu'elle auroit été si la lame avoit été posée à 5 p. 10 l. on auroit eu $b = 291 \cdot 2$ comme le prouve la comparaison de l'expérience 7^e^ dans laquelle la force a été mesurée à ces deux distances. J'emploierai cette dernière détermination, pour tout réduire à l'unisson. L'Aiguille étoit suspendue par le milieu. J'ai trouvé, par expérience, la distance du centre magnétique au pole austral = 3 p. 3 · 8 l. & par calcul = 3 p. 3 · 78 l. donc par un milieu = 3 p. 3 · 79 l. Le centre magnétique étoit donc distant du centre de mouvement, dans la partie la plus foible ou boréale de 1 · 46 l. Cette lame a fait chaque oscillation en 77″, en commençant à osciller par un arc de 60°, & en 7 · 5″ en oscillant par un arc de 30° : milieu 7 · 6″.

Faisant dans la formule du §. 72 $b = 2912$, $n = 1 \cdot 118 \cdot m = 1 \cdot 0574 \cdot L = 687 \cdot 5$ $x = 243 \cdot 375$ centièmes parties de pouce, on aura pour la force 14591, en prenant les cinq premiers chiffres.

XLVI. Expér. Tout le reste étant égal, le centre de mouvement étoit distant du centre magnétique de 8 · 75 l. dans la partie australe : d'où l'on conclut $x = 288 \cdot 5$ substituant dans la formule du §. 73, on a la force = 14469 moindre

que dans le cas précédent : cette Aiguille a fait chaque oscillation en 9″ : mais je n'ai pas noté le contrepoids dont je me suis servi : il a sûrement été considérable, & l'on sait (§. 21,) combien il retarde le mouvement : mais je ne connoissois pas alors l'ouvrage de M. *Lous.*

XLVII. Expér. Le 16 Octobre 1774, la proportion des forces étoit comme 1 à 1·085 : le pole boréal, le plus foible, étoit exprimé par *tang* $20°+1=364$ à la distance de 5 p. 10 l. le centre de mouvement étoit à 0·35 l. du milieu vers le sud. L'Aiguille fit chaque oscillation en 7·9″. Par le calcul, on trouve le centre magnétique à 3·3922 p. vers le N. : les 0·35 l. font 0·0293 p. donc la distance de l'extrémité S. au centre magnétique 3·34082 p. Le centre magnétique est donc distant du centre de mouvement de 0·016 p. vers le N. distance qui m'a paru trop petite pour y avoir égard. Supposant donc que ces deux centres coïncident, & faisant dans la formule $\frac{nL^4}{m+1}(3+\frac{4L}{m+1})$, $n=1·054$, $L=687·5$, $m=1·0267$, on trouve, pour la force 17780, qui est, à la vérité, plus grande que celle de la XLV.^e Expérience, quoique le temps des oscillations soit plus long; ce qui paroîtroit contraire à la théorie : mais il faut observer, 1.° Qu'il n'y a point eu de contrepoids dans la XLV.^e Expérience, au lieu qu'ici il en a fallu un, que je n'ai pas noté, ne connoissant pas alors les Expériences de M. *Lous.* 2.° Il s'est fait, du 18 Mai au 16 Octobre, un très-grand changement dans l'inclinaison; ce qui en peut faire soupçonner un dans la force directrice universelle. L'inclinaison étoit, le 18 Mai, de $71\frac{1}{4}°$, & les 15 & 17 Octobre, de 70° 4′.

XLVIII. Expér. Le 22 Février 1775, l'Aiguille étoit suspendue par son milieu : il n'étoit donc pas besoin de contrepoids. La force du pole boréal, le plus foible, étoit *tang* $28\frac{1}{2} = 543$, à 5 p. 10 l. La proportion des forces comme 1 à 1·04. La distance du centre magnétique au pole austral par expériende 3 p. 52 l. par calcul 3 p. 485 l. on trouve $=3·4375$ p. dans la partie boréale. Substituant ces valeurs dans la formule, on trouve pour la force 26245, plus grande que celle de

toutes les expériences précédentes; aussi le tems de chaque oscillation n'a-t-il été que de $6 \cdot 15''$. L'inclinaison étoit ce jour-là de 70° 4'.

De ces quatre Expériences, la 45.[e] & la 48.[e] sont exactement conformes à la théorie; il en est de même de la 46.[e] comparée à la 45.[e] & à la 48.[e]: quoique je croie cependant qu'il faille attribuer dans la 46.[e] une partie du retard, au contrepoids. La 48.[e] comparée à la 47.[e], est conforme à la théorie. La 47.[e] comparée à la 45.[e], s'en éloigne, mais ne lui est nullement contraire.

§. 80. *Seconde suite d'expériences.* Je me suis servi de la lame n.° 3, dont il a été fait mention dans la 39.[e] Expérience. §. 80. Seconde suite d'Expériences.

XLIX. Expér. Les forces sont les mêmes que dans la 39.[e] expérience: seulement j'ai mis le centre de mouvement à $8\frac{1}{2}$ l. du centre magnétique, dans la partie la plus forte qui est la boréale. Donc $x = 3 \cdot 9317$ p. substituant cette valeur dans la formule 2.[e] du §. 74, on aura pour la force 57404, qui est moindre que dans l'expérience 39.[e]; aussi le tems des oscillations est-il plus long: savoir de $8 \cdot 95''$ au lieu de $7 \cdot 96^{\circ}$. Mais j'ai été obligé d'employer un curseur de 59 gr. pour établir l'équilibre.

L. Expér. Immédiatement après avoir fait la 40.[e] Expérience, la proportion des poles étant la même, mais b n'étant plus égal qu'à 613, j'ai posé le centre de mouvement à 2 l. du centre magnétique, dans la partie boréale, c'est-à-dire, dans la plus forte: donc $x = 457 \cdot 33$: ce qui étant introduit dans la formule 2.[e] §. 74, donne pour la force, 59305' plus grande que celle de la 40.[e] Expérience: aussi le tems des oscillations a-t-il été de $7 \cdot 8''$ par un arc de 30°, & de $8''$ par un arc de 45°: donc par un milieu de $7 \cdot 9''$, moindre que dans la 40.[e] Expérience: sur quoi il faut observer de plus, que j'ai été obligé d'employer ici un contrepoids de 50 gr. qui aura retardé le tems des oscillations: quoique son effet n'ait pas pu

être considérable, parce qu'il étoit très-près du centre de mouvement.

LI. Expér. Immédiatement après avoir fini la 41.e Expérience, j'ai appliqué le centre de mouvement à 2 l. du centre magnétique dans la partie boréale : donc $x = 476 \cdot 17$: tout le reste étoit égal : on trouve donc par la formule 2.e du §. 74 la force $= 121962$, plus petite que celle de la XLII.e Expér. aussi le tems des oscillations a-t-il été de 7″ au lieu de 6·61″. Il faut cependant observer que le même contrepoids étoit placé à une plus grande distance.

§. 81. Conséquences.

§. 81. Ces deux suites d'expériences, prouvent chacune les corollaires que nous avons établis ci-dessus : & la II.e comparée aux Expériences du §. 78, leur est encore conforme. Voici la table pour servir de supplément à celle du §. 78.

45.e Exp.	Force,	14591 ;	Temps des oscill. 7·6″	N.o 1.
46.e Exp.	.....	14469	 9	
47.e Exp.	.....	17780	.... 7·9	
48.e Exp.	.....	26245	.... 6·15	
49.e Exp.	.....	57404	.... 8·95	N.o 3.
50.e Exp.	.....	59305	.... 7·8	
51.e Exp.	.....	121962	 7	

Je pourrois alléguer d'autres Expériences, mais en voilà un assez grand nombre : d'ailleurs la résistance que les différens contrepoids occasionnent sont de très-grands obstacles, & des obstacles insurmontables.

§. 81*. Examen des avantages, qui résulteroient de la position du centre de mouvement.

§. 81*. On a pu voir, par les calculs précédens, que les différences qu'il y a entre les forces avec lesquelles une Aiguille se meut, selon que son centre de mouvement est placé, sont très-petites quand les poles sont constans : & en effet il est aisé de prouver, 1.o Que la *plus grande différence* qui puisse avoir lieu, ne peut jamais être égale à la plus grande force possible, & que par conséquent celle-ci ne peut jamais être double de la plus petite ; 2.o Qu'elle ne peut jamais être à celle-ci comme

comme $3:2$, tant que n ne ſurpaſſe pas deux. Car les deux formules du §. 74, pour les forces directrices, ſelon que le centre de mouvement eſt placé dans la partie la plus foible ou la plus forte ſont, ...

$$\frac{bL}{m+1}\left(3x(m-n)+\frac{Ln(1+3m)}{m+1}\right), \ \& \ \frac{bL}{m+1}\left(3x(n-m)+\frac{L(n+3m)}{m+1}\right).$$

Or le *maximum* de la premiere force a lieu, quand $x=o$, & le *minimum* de la ſeconde, a lieu dans le même cas: on a donc $\frac{bL}{(m+1)^2}(Ln+3mnL)$, & $\frac{bL}{(m+1)^2}(nL+3mL)$: donc la différence entre le *maximum* & le *minimum*, ou la plus grande différence poſſible, eſt $\frac{3mbL^2}{(m+1)^2}(n-1)$. Donc le *maximum* de la force, eſt à la différence extrême, comme $n(1+3m):3m(n-1)$, ou comme $m+3n:3n-3$: or il eſt clair que ce rapport ne peut devenir celui de l'égalité, que quand $n=\infty$. Et ſi $n=2$, on a $m=1\cdot4142$. Donc ce rapport eſt comme $7\cdot414:3=2\cdot47:1$, & les forces ſont comme $2\cdot47:1\cdot47=3:2\cdot22$, à-peu-près.

C'eſt ce qui paroîtra encore plus clairement, ſi l'on prend la différence entre la plus grande force poſſible, & celle qui a lieu pour la coïncidence des deux centres (§. 74, I.); cette différence eſt $\frac{nbL^2}{(m+1)^2}(1+3m-4)=\frac{3nbL^2}{(m+1)^2}(m-1)$: donc la force, dans le cas de coïncidence à cette différence, comme $4:3(m-1)=\frac{4}{3(m-1)}:1$. Si donc on ſuppoſe $n=2$, ce qui n'arrive peut-être jamais, dans des Aiguilles faites avec ſoin, on aura la proportion comme 1 à $0\cdot31=3\cdot23:1$. Donc la plus grande force poſſible à celle qui a lieu pour la coïncidence, comme $3\cdot23:2\cdot23=1\cdot45:1$. Si l'on fait $n=1\cdot5$, ce qui arrive encore très-rarement, on aura $\frac{4}{3(m-1)}=5\cdot9$. Donc les forces comme $5\cdot9$ à $4\cdot5=1\cdot204$ à 1. Il étoit important de montrer combien cet avantage eſt petit, parce qu'on verra dans la ſuite (*Chap. IX*), qu'il y a de très-grands inconvéniens attachés à cet avantage.

§. 82. Il ne ſera pas inutile d'examiner deux Aiguilles, de même longueur, & ſuſpendues par leurs centres magnétiques, mais dont l'une a ſes poles inégaux, & dont l'autre les a égaux; §. 82. Examen de deux Aiguilles, l'une à poles

égaux, l'autre à poles inégaux.

la proportion ſera, comme $\frac{4nL^2b}{(m+1)^2} : \frac{4L^2B}{4} = 4nb : (m+1)^2B$. Donc, 1.° Si une Aiguille a ſes poles inégaux, & que le plus foible ſoit égal au pole d'une Aiguille de même longueur, dont les deux poles ſont égaux, elle ſe dirigera vers le méridien avec plus de force que celle-ci; car le premier terme eſt plus grand que le ſecond.

2.° La même choſe peut encore avoir lieu, quoique le pole le plus foible ſoit moindre; car, ſoit $B' = pb$, on aura $4n : (m+1)^2p$. Or on peut prendre p de façon que $\frac{4n}{(m+1)^2} > p$. Par exemple, ſi $n = 1 \cdot 5$, il faut que p ſoit $< 1 \cdot 211$; ſi $n = 4$, il faut $p < 1 \cdot 778$.

Suppoſons donc qu'on aimante un barreau, par la méthode de la double touche, de façon qu'il ſoit parvenu au point de ſaturation, & que ſes poles ſoient égaux, il ſeroit très-intéreſſant de ſavoir, 1.° Si en aimantant un pareil barreau, de façon que ſes poles duſſent devenir inégaux, on pourroit faire en ſorte que le pole le plus foible fût égal au pole du cas précédent, ou fût même plus fort. 2.° Au cas que ce pole fût plus foible, ſi cependant on pouvoit le faire en telle proportion, avec le pole B', qu'on eût $p < \frac{4n}{(m+1)^2}$. Si cela pouvoit avoir lieu, il en réſulteroit, *mathématiquement* parlant, un avantage à aimanter & à ſaturer une Aiguille de cette façon, parce qu'elle s'approcheroit du méridien avec plus de force. Je dis *mathématiquement*, parce que, ſi l'on ſuſpend, en ce cas, l'Aiguille par ſon centre magnétique, il faudroit un contrepoids aſſez fort, qui, *phyſiquement* parlant, pourroit cauſer plus de retard que l'augmentation de la force ne produiroit d'accélération, à moins qu'on ne ſuſpendit l'Aiguille par ſon centre de gravité; auquel cas, la force directrice en ſeroit encore augmentée, puiſque le centre de mouvement tomberoit dans la partie la plus foible : mais nous verrons, dans la ſuite, à quels inconvéniens on s'expoſe, quand le centre de ſuſpenſion eſt diſtant du centre magnétique.

IV. *Examen des forces qui dirigent des Aiguilles d'inégale longueur.*

§. 83. Juſqu'ici j'ai ſuppoſé des Aiguilles d'égale longueur, auſſi n'ai-je comparé entr'elles que des Expériences, dans leſquelles j'ai employé des lames qui fuſſent parfaitement, ou à très-peu-près égales; & je crois que les formules, que nous avons données juſqu'ici, ne ſont pas ſuffiſantes pour le cas que nous allons examiner : car, ſi l'on ſe ſert de la formule $\frac{4nL \cdot b}{(m+1)^2}$, il en réſulteroit, que toutes choſes d'ailleurs égales, les Aiguilles les plus longues s'approcheroient du méridien avec le plus de force, & que cette force ſeroit à-peu-près comme le quarré des longueurs. Des Aiguilles plus longues, feroient donc leurs oſcillations en moins de temps que de plus courtes. Or c'eſt ce qui eſt entiérement contraire aux Expériences du §. 79, comparées à celles du §. 80 : celles de M. *Lous* prouvent la même choſe. Une lame de 7 p. 11 l. de longueur, du poids de 148 grains, fit chaque oſcillation en 4·8″ : une de 3 p. 11 l. du même poids, n'eut beſoin que de 4·4″ : une troiſième, de 2 p. 7 l. employa auſſi 4·4″. La première fit 350 oſcillations; la ſeconde, 545; la dernière, 800. Il eſt donc évident qu'il faut remonter à une théorie différente. Je n'examinerai pas ici celle de M. *Lous*, parce que j'ai un but totalement différent, & que nos méthodes n'ont abſolument rien de commun. §. 83. Élémens qu'on doit conſidérer.

Quand on compare les forces de l'Aiguille par la durée des oſcillations, on emploie un effet composé, dont on doit examiner ſéparément les principes. On a premièrement égard au magnétiſme de l'Aiguille, & c'eſt cette force que nous avons eſſayé de calculer dans tout ce qui précéde. On conſidère enſuite l'Aiguille comme un pendule, effet qui eſt totalement différent du premier, & qui lui eſt même oppoſé : puiſque, par cette conſidération, une Aiguille plus longue, doit oſciller plus lentement. J'examinerai ſéparément ces élémens.

§. 84. Examen du premier élément.

§. 84. En ayant égard au premier élément ſeul, je crois devoir faire une modification aux formules précédentes. Voici mon raiſonnement.

Suppoſons deux Aiguilles de différentes longueurs, mais de poles égaux; le boréal égal au boréal, l'auſtral à l'auſtral. Soit *Fig.* 9. $EA = l$, $BC = \lambda$, $ca = l$, $bc = \lambda$, on aura la force totale de la partie $AC = \frac{a}{l'}(l' + l' - r \cdot + l' - 2r \ldots 0) = \frac{al'(l'+r)}{2rl'} = \frac{a.(l'+r)}{2r}$; de même celle de $CB = \frac{b.(\lambda'+r)}{2r}$. Donc la force totale ..... $\frac{a.(l'+r).+b.(\lambda'+r)}{2r}$, & celle de ab ſera de même $\frac{a(l+r)+b(\lambda+r)}{2r}$. La proportion ſera donc comme $a(l'+r)+b(\lambda'+r)$ à .... $a(l+r)+b(\lambda+r)$, ou, faiſant $a = nb$, $\lambda = ml$, $\lambda' = ml'$, la proportion ſera $n(l'+r)+ml'+r$ à $n(l+r)+ml+r$, ou, ſuppoſant r infiniment petit, $nl'+ml' : nl+ml \cdot = l'(n+m) : l(n+m) = l' : l$. Ces forces ſeroient donc comme la longueur des Aiguilles: une Aiguille décuple d'une autre, auroit donc dix fois plus de force, quoique ſes poles fuſſent égaux à ceux de la précédente; quoique la particule ſituée au tiers, au quart, &c. de la longueur, eût exactement la même force que la particule correſpondante de la petite Aiguille; ce qui implique aſſurément contradiction: la raiſon en eſt, qu'on conſidère, dans la plus longue Aiguille, un plus grand nombre de particules que dans la plus petite, & qu'on ſuppoſe, nonobſtant cela, à chacune d'elles, la même force qu'à celles de la première. Si je ſuppoſe la diſtance entre les particules r, dans les deux Aiguilles, & que je ſuppoſe que la plus courte en contienne 200, la plus longue, ſi elle eſt décuple, en contiendra 2000, & je ne pourrai plus dire, la force de la 50.[e] particule, dans cb, eſt égale à la force de la 50.[e] dans CB; celle de la 100.[e] (qui eſt nulle, puiſqu'elle tombe ſur le centre magnétique), eſt égale à la 100.[e] dans CB.

§. 85. Conſéquence.

§. 85. Il eſt donc clair qu'on doit ſuppoſer la plus longue Aiguille diviſée en un nombre de particules qui ſoit égal à celui que la plus courte eſt ſuppoſée contenir. Or, cela étant,

ſi la diſtance entre les particules de la plus courte Aiguille eſt r, celle pour la plus longue ſera $\frac{rl'}{l}$, pour CA, & $\frac{r\lambda'}{\lambda}$, pour CB; car le nombre de particules, multiplié par leur diſtance, donne la longueur totale: or $\frac{l}{r}$ eſt le nombre de particules contenu dans ac, par exemple, de la plus courte Aiguille. On doit donc avoir $\frac{l}{r} \times \frac{rl'}{l}$ égal à AC, de la plus longue. Or ce produit eſt réellement l.

La conſidération que nous venons de faire, eſt encore confirmée par les deux ſuivantes. 1.° La force de bc eſt b en b, & o en c, & elle flue uniformément de b en c; il en eſt de même de BC. Donc, puiſqu'elle devient o en même-temps, elle parcourra $\frac{l'r}{l}$, dans CB, pendant qu'elle parcourt r, dans cb: Et, 2.° Si l eſt infiniment grand, en comparaiſon de r, & l' en comparaiſon de l, on ne conſidéreroit en CB que des particules infiniment petites du ſecond ordre; ce qui eſt abſurde: au lieu qu'en prenant $\frac{l'r}{l}$, on a des infinimens petits du premier ordre.

§. 86. Cela poſé, il eſt évident que, pour trouver une formule convenable au cas précédent, il n'y a qu'à mettre $\frac{l'r}{l}$ & $\frac{\lambda' r}{\lambda}$, au lieu de r, dans les formules des §§. 66 & 67; ce qui étant fait, on aura, ... §. 86. Formule.

Pour Ac, $\frac{al}{6rl'}(-3xl' + 2l'^2 + 3l'r + 3\lambda' l')$; *Fig. 8.*

Pour BC, $\frac{b\lambda}{6r\lambda'^2}\left(-x^3 + 3x^2\lambda' + \frac{3xr\lambda'^2}{\lambda} + \frac{xr^2\lambda'^2}{\lambda^2}\right)$;

Pour Cc, $\frac{b\lambda}{6r\lambda'^2}\left(-x^3 + 3\lambda' x^2 - 3\lambda'^2 x + \frac{xr^2\lambda'^2}{\lambda^2} + \lambda'^3 - \frac{r^2\lambda\lambda'^2}{\lambda^2}\right)$:

D'où l'on conclut la force totale, faiſant $r = o$, ... $3x(-al + b\lambda) + 2all' + 3\lambda' la - b\lambda\lambda'$. Or $\lambda = ml$, $a = nb$, $\lambda' = ml'$. Donc la force eſt, toutes réductions faites, ... $lb\left(3x(m-n) + nl(1+3m)\right)$. Or $l = \frac{L}{m+1}$: $l' = \frac{L'}{m+1}$. Donc la force eſt, ...

I. $\frac{bL}{m+1}\left(3x(m-n) + \frac{nL'}{m+1}(1+3m)\right)$.

Si l'on fait $x = \lambda = ml'$; c'eſt-à-dire, ſi le centre de mou-

vement coïncide avec le centre magnétique, on a, ...
II. $\frac{4nbLL'}{(m+1)^2}$.

Enfin on trouve, de la même manière, pour le cas où le centre de mouvement tombe dans la partie la plus forte de l'Aiguille, ...
III. $\frac{bL}{m+1}\left(3x(n-m)+\frac{L'(n+3m)}{m+1}\right)$. Or, en comparant ces trois formules avec celle du §. 74, on verra qu'elles ſont les mêmes, que ſi on avoit ſubſtitué L′ pour L, & multiplié enſuite la formule par $\frac{L}{L'}$.

Donc, pour comparer les forces d'Aiguilles de différente longueur, on calculera les forces, par les formules du §. 74, & enſuite on multipliera la force de la plus longue par $\frac{L}{L'}$, ou on la diviſera par le rapport des longueurs. Voilà le calcul du premier élément; paſſons au ſecond.

§. 87. Conſidérations ſur le ſecond élément.

§. 87. Quoiqu'on ne puiſſe pas comparer, à tous égards, le pendule magnétique au pendule ordinaire, comme je l'ai inſinué, il eſt cependant ſûr qu'un pendule quelconque oſcille plus lentement par cela même qu'il eſt plus long. Or les tems des oſcillations ſont, en raiſon ſous-doublée, des longueurs des pendules : il faudra donc commencer par réduire les nombres obſervés à ce qu'ils auroient été, ſi les pendules avoient eu la même longueur. Mais, lorſque le centre de mouvement ne coïncide pas avec le centre de figure, les longueurs qu'il faut conſidérer ici ne ſont pas en même raiſon que celles des lames même : car ces lames ſont des pendules composés qui ont des particules poſées des deux côtés du centre de ſuſpenſion : & même on ne peut pas ſe ſervir ici des formules qui ont lieu en pareil cas pour les pendules animés par la ſeule peſanteur; ſavoir, en conſidérant comme négatives les diſtances qui ſont de l'autre côté du centre de ſuſpenſion : car, dans notre cas, ces particules ne ſont pas animées d'une force néceſſaire, mais elles accélérent le mouvement des autres. D'ailleurs dans cette hypothèſe une lame, dans laquelle le centre magnétique coïncideroit avec celui de ſuſpenſion, ſeroit iſo-

chrone avec un pendule d'une longueur infinie, ce qui sûrement n'est pas. Il faudroit donc recourir ici à une théorie différente; mais comme son opposition nous éloigneroit de notre but, & nous entraîneroit dans trop de détails, nous procéderons d'une autre façon : une autre raison nous y engage encore : c'est que si nous voulions comparer les expériences faites avec différentes lames, il faudroit encore considérer leur poids, qui est différent, & qui influe sur le tems des oscillations comme nous l'avons dit §. 78. Toutes ces raisons m'ont déterminé à faire de nouvelles Expériences, avec des lames de différentes longueurs, mais de même poids, & suspendues par leur centre de grandeur.

§. 88. J'ai employé quatre lames : la première n.° 7, d'acier trempé très-dur : les trois autres d'acier non-trempé. Celles-ci avoient été frottées de chaque côté cent fois, suivant la méthode du Docteur *Michell*, & avec les mêmes barreaux. J'ai examiné leurs forces, le 19 de Février 1766, à la même distance (5 p. 10 l.) & avec la même Aiguille : j'ai fait alors les Expériences suivantes. Le poids de ces quatre lames est le même, savoir, 248 gr. pour n.° 7 & n.° 8, & $244\frac{1}{2}$ gr. pour les deux autres. Je les ai suspendues par le milieu, dans le même étui de suspension, qui pèse 262 gr. §. 88. Expériences.

Expér.	N.os	*Longueur.*	*Pole* N.	*Pole* S.	N.	*Oscill.*	*Force, par la formule* A *du* §. 74
52.e	7	8 p. 9.5 l.	1235	1376	1.11	7.07″	100656
53.e	8	7 10	359	577	1. 6	8.86	27997
54.e	9	6 9.7	510	795	1.53	7.07	29601
55.e	10	5 9.7	454	475	1.05	7.07	15808

En comparant ces Expériences deux à deux; réduisant les forces, selon le précepte du §. 86, & le temps des oscillations,

ſelon celui du §. 87, on aura........................:

1.°	52.e Exp.	Force, 89676;	Temps des oſcill. 6. 67″	Donc par-tout le tems des oſcillations plus court là où la force eſt plus grande, ſelon ce qu'exige la théorie des §§. 86 & 87.
	53.e Exp.	27996	................8. 86	
2.°	52.e Exp.	77942	................6. 22	
	54.e Exp.	29694	................7. 07	
3.°	52.e Exp.	66494	................5. 75	
	55.e Exp.	15808	................7. 07	
4.°	53.e Exp.	24333	................8. 26	Conforme à la Théor.
	54.e Exp.	29601	................7. 07	
5.°	53.e Exp.	20789	................7. 625	Contraire.
	54.e Exp.	15808	................7. 07	
6.°	54.e Exp.	25294	................6. 53	Conforme à la Théor.
	55.e Exp.	15808	................7. 07	

§. 89.
Concluſion.

§. 89. De ces ſix comparaiſons, il n'y en a donc qu'une ſeule qui s'éloigne de la théorie : j'en ſais très-bien la cauſe : c'eſt que la force n'étoit pas diſtribuée dans la lame, n.° 10, auſſi uniformément que la théorie le ſuppoſe : auſſi la limaille répandue ſur une glace, qui couvroit la lame, n'étoit-elle pas auſſi régulière qu'elle auroit dû l'être, & le centre magnétique n'étoit-il pas placé là où il auroit fallu. Il en réſulte que la force réelle a été plus grande que la théorie ne l'exigeoit : & la différence eſt telle qu'elle n'eſt ſenſible que dans cette ſeule comparaiſon. Une ſemblable irrégularité avoit eu lieu dans la lame n.° 7, comme nous le verrons ci-après (§. 303): mais elle agiſſoit en ſens contraire : elle tendoit à rendre la force réelle un peu plus petite que ne la donne la théorie. Cette ſeule comparaiſon ne renverſe donc pas ce que nous avons établi. Il me ſeroit aiſé de prouver cela plus au long: mais il faudroit entrer dans un trop grand détail, parce qu'il s'agiroit d'expoſer, avant tout, des Expériences & des principes de magnétiſme qui n'ont pas été touchés par ceux qui ont écrit ſur cette matière.

Je me crois donc autoriſé à conclure que notre théorie ſatisfait à tous les cas auxquels on peut deſirer qu'elle ſatisfaſſe.

CHAPITRE

CHAPITRE V.

Examen des Aiguilles linéaires, qui ont plusieurs poles.

IL Y A un très-grand nombre d'Aiguilles qui ont plusieurs poles : ce cas est même extrêmement commun, comme nous le verrons dans la suite. Il sera donc nécessaire d'examiner la direction que de pareilles Aiguilles peuvent acquérir. Pour traiter avec soin une matière si importante, & malheureusement si négligée, je diviserai ce Chapitre en quatre Articles.

Je traiterai, dans le premier, des Aiguilles qui, prolongées, passent par le centre de mouvement.

J'examinerai, dans le second, ce qui a lieu, lorsque le centre de mouvement passe par l'Aiguille même.

Dans le troisième, nous ferons un examen physique des Aiguilles polypolaires.

Dans le quatrième, nous indiquerons ce qui seroit requis pour faire sur ce sujet des Expériences exactes.

ARTICLE PREMIER.

Calcul des Aiguilles à plusieurs poles, qui, prolongées, passent par le centre de mouvement.

§. 90. Supposons que l'Aiguille Aa ait trois poles A, B, α; on sait qu'en ce cas A & α sont de même nature. Soit C le centre de mouvement hors de l'Aiguille : soit a la force de A : b celle de B : α celle de α : soit A$c = l$; B$c = \lambda$: B$k = \lambda'$, $k\alpha$ $=$ L. Les parties Ac & $k\alpha$ agissent en même sens, qui est contraire à celui dans lequel agissent les parties cB & LB. §. 90. Définitions. *Fig. 9*.*

Nous nommons *partie antérieure* celle qui a ſon pole plus éloigné du centre de mouvement que ſon centre magnétique : & *partie poſtérieure* celle où le contraire a lieu. Ainſi, Ac & Bb ſont antérieures : cB & $k\alpha$ poſtérieures.

§. 91. Force de Ac.

§. 91. On a vu ci-deſſus, §. 37, que la force d'une partie antérieure Ac, eſt $\frac{a}{6r}(3ml+3mr-l^2+r^2)$, m repréſentant la diſtance du pole A au centre de mouvement : or m eſt actuellement égal à $x+\mathrm{L}+\lambda'+l$; on aura donc, toutes réductions faites, ...

$$\text{I. } \frac{a}{6r}\left(\begin{matrix}3x(\lambda+r)+3\mathrm{L}l+3\lambda'l+3\lambda l+2l^2+3\lambda'r+3lr+r^2\\ +3\mathrm{L}r \qquad\quad +3\lambda r\end{matrix}\right)=\text{force de A}c.$$

Force de Bc.

Mettant, dans la formule du §. 38, z au lieu de x, on a, pour la force d'une partie poſtérieure quelconque, ... $\frac{b}{6r}(3\lambda z+3rz+\lambda^2-r^2)$: or z eſt ici $=\lambda'+\mathrm{L}+x$: on a donc,

$$\text{II. } \frac{b}{6}\left(\begin{matrix}3x(\lambda+r)+3\lambda\mathrm{L}+3r\mathrm{L}+\lambda^2\\ 3\lambda\lambda'+3r\lambda-r^2\end{matrix}\right)=\text{force de }c\text{B}.$$

§. 92. Force de Bk.

§. 92. Pour avoir la force de la partie antérieure Bk, il n'y a qu'à faire, dans la formule générale (§. 91, ou §. 37), ... $m=x+\lambda'+\mathrm{L}$, $l=\lambda'$, $a=b$, & on aura ....

$$\tfrac{b}{6r}(3x(\lambda'+r)+3\mathrm{L}\lambda'+3\mathrm{L}r+3\lambda'^2+3\lambda'r-\lambda'^2+3\lambda'r+r^2).$$

Mais il eſt à remarquer que, de cette façon, on prend encore une fois la particule B, qu'on avoit déjà priſe, en évaluant la force de cB; car B eſt commun à cB & à Be; retranchant donc la force de B, qui eſt $\frac{b}{6r}(6\mathrm{L}r+6\lambda'r+6xr)$, on aura, ...

$$\text{III. } \frac{b}{6r}\left(\begin{matrix}3x(\lambda'-r)+3\mathrm{L}\lambda'+2\lambda'^2+r^2\\ -3\mathrm{L}r-3\lambda'r\end{matrix}\right),\ \text{pour la force de B}k.$$

Force de $k\alpha$.

IV. Enfin, pour avoir la force de la partie poſtérieure $k\alpha$, il n'y a qu'à faire, dans la formule générale (II, §. 91), $z=r$, $\lambda=\mathrm{L}$, $b=\alpha$, & l'on a $\frac{\alpha}{6r}(3\mathrm{L}x+3rx+\mathrm{L}^2-r^2)$, force de $k\alpha$.

§. 93. Force totale.

§. 93. Or Ac & αk, agiſſent en même ſens : la ſomme de ces forces eſt, en omettant le diviſeur, qui eſt commun & conſtant, & faiſant $r=o$, ...

$3x(al+\alpha\mathrm{L})+2al^2+3al\mathrm{L}+3al\lambda+3al\lambda'+\alpha\mathrm{L}^2$. De même,

la force réunie de cB & Bk, sera . . . .
$3x(\lambda b + b\lambda') + 3bL\lambda + 3bL\lambda' + \lambda^2 b + 2\lambda'^2 b.$

Prenant donc la différence de ces deux forces, on aura pour la force totale qui dirige l'Aiguille, ...

$$3x\begin{pmatrix} aL + \alpha L \\ -l\lambda - b\lambda' \end{pmatrix} + 2al^2 + 3al\lambda - b\lambda^2 - 2b\lambda'^2 + \alpha L^2 + 3al\lambda' - 3b\lambda L - 3b\lambda' L + 3alL - 3b\lambda\lambda'$$

Or il est évident que la direction de l'Aiguille sera positive; c'est-à-dire, telle que l'exige la partie antérieure ou négative, c'est-à-dire, telle que l'exige la partie postérieure ou nulle, selon que la formule précédente sera positive, négative, ou zero.

§. 94. Énumération de tous les cas possibles.

§. 94. Il est évident qu'il peut y avoir treize cas différens.

I. $a > b$, $\alpha > b$, $a > \alpha$
II. $a > b$, $\alpha > b$, $a = \alpha$
III. $a > b$, $\alpha > b$, $a < \alpha$
IV. $a > b$, $\alpha = b$, $a > \alpha$
V. $a > b$, $\alpha < b$, $a > \alpha$
VI. $a = b$, $\alpha > b$, $a < \alpha$
VII. $a = b$, $\alpha = b$, $a = \alpha$
VIII. $a = b$, $\alpha < b$, $a > \alpha$
IX. $a < b$, $\alpha > b$, $a < \alpha$
X. $a < b$, $\alpha = b$, $a < \alpha$
XI. $a < b$, $\alpha < b$, $a > \alpha$
XII. $a < b$, $\alpha < b$, $a = \alpha$
XIII. $a < b$, $\alpha < b$, $a < \alpha$

C'est à l'Expérience à décider si ces treize cas sont également possibles, & s'ils ont tous lieu dans la Nature. Nous ne voyons rien *à priori* qui doive nous empêcher de le penser; & l'Expérience paroît confirmer cette opinion, au moins en partie : car, si la distance des poles aux centres magnétiques, peut servir dans le cas présent à déterminer leurs forces (§. 134. *seq.*) il s'ensuivra que si (fig. 9.) la distance de A à c est plus petite que de c à B, le pole A sera le plus fort : si, au contraire, $Bc < Ac$, B sera plus fort que A, & ainsi de suite, pour les autres poles. Or, si l'on consulte la Fig. 3 de la Planche 9 des Desseins de M. *Bazin* (k), & la Fig. 2 de la Planche 9 du 7.^e

(k) *Voyez* aussi *Pl. VI, Fig. 2, 3.* Si l'on fait attention à la manière dont

Volume des nouveaux Mémoires de Péterſbourg, on verra qu'il y a quelques-uns de ces cas qui ont réellement lieu ; ſavoir, ceux $a > b$, $a < b$, $\alpha > b$, $\alpha < b$. Quoi qu'il en ſoit, nous ſuppoſerons la poſſibilité de ces douze cas.

§. 95. Transformations de la formule, §. 93.

§. 95. Soit $a = nb$, $\lambda = ml$, $\alpha = pb$, $\lambda' = q\mathrm{L}$: donc $m^2 = n$, $q^2 = p$: ſubſtituant ces valeurs, la force totale de l'Aiguille ſera (§. 93) . . . .

$$3x\left(\begin{matrix} ln + p\mathrm{L} \\ - ml - q\mathrm{L} \end{matrix}\right) + l^2\left(\begin{matrix} n \\ + 3nm \end{matrix}\right) + 3l\left(\begin{matrix} n\mathrm{L} - m\mathrm{L} \\ + nq\mathrm{L} - mq\mathrm{L} \end{matrix}\right) - \mathrm{L}^2(p + 3q).$$

En ſubſtituant m^2 pour n, q pour p, & faiſant $\mathrm{L} = yl$, on aura

$$3xl\left(\begin{matrix} m^2 + q^2y \\ - m - qy \end{matrix}\right) + l^2\left(\begin{matrix} m^2 + 3m^3 - 3my - q^2y^2 \\ + 3m^2qy + 3m^2y - 3mqy - 3qy \end{matrix}\right).$$

Suppoſant $x = h\mathrm{L} = hyl$, on aura, diviſant par l, ...

$$ml\left(\begin{matrix} 3myh + m + 3my + 3mqy \\ - 3yh + 3m^2 - 3y - 3qy \end{matrix}\right) + qyl\left(\begin{matrix} 3qyh - qy \\ - 3hy - 3y \end{matrix}\right).$$

§. 96. Conſéquences.

§. 96. On voit aiſément par cette formule, que tout dépend de la proportion des quantités m, y, q, h ; or m, y, q, étant donnés, on peut prendre h à volonté. Il n'eſt pas moins clair qu'il y a nombre de cas où la direction peut être négative ou nulle. Il ſeroit inutile d'examiner pas à pas les treize cas propoſés : deux ou trois exemples ſuffiront.

I. Soit $m = 1$, la formule ſera . . . . $-4l + qyl(3qyh - 3hy - qy - 3y)$. Soit, de plus, $q = 1$, on a alors $a = b = \alpha$, ce qui eſt le ſeptième cas, & la formule ſera $-4l - 4y^2l$, & par conſéquent la direction ſera sûrement négative.

II. Soit $m = y$, $q = 1$: donc $\alpha = b$; on aura . . . . $m^2l(3mh - 3h + 9m - 9)$, ou $3(m - 1)\,l\,(m^2h + 1)$. Cette formule eſt poſitive, ſi $m > 1$; négative, ſi $m < 1$; zero, ſi $m = 1$; auquel cas, la direction de l'Aiguille eſt nulle.

M. *Bazin* s'eſt ſervi pour aimanter ces deux lames, il ne ſera pas difficile de voir pourquoi les poles N & S ne ſe ſuivent pas alternativement.

III. Si $m = qy$, on aura $y = \frac{m}{q}$, ... $\frac{3m^2 l}{q}(h(m-2+q)+m-q+2mq-2)$. Si $h=1$; c'eſt-à-dire, ſi le centre de mouvement tombe ſur k, on a $\frac{6m^2 l}{q}(m+mq-4)$: donc la direction peut être poſitive, nulle, ou négative, ſelon que $m+mq > = < 4$.

Si on ſuppoſe $m+q=2$, on aura, en ſubſtituant, $q=2-m$; &, toutes réductions faites, $\frac{6m^2 l}{2-m}(3m-m^2-2)$, dont la direction peut être poſitive, négative, ou nulle: nulle, ſi, par exemple, $m=1$.

§. 97. Il ſuit de ce qu'on vient de démontrer, qu'une Aiguille à pluſieurs poles eſt très-déſavantageuſe, non-ſeulement parce qu'elle ſe meut avec moins de force qu'une Aiguille bipolaire, comme on l'a déjà remarqué (h); mais encore, & ſurtout, parce que ſa direction peut devenir nulle ou négative dans des cas où elle auroit été poſitive, comme, par exemple, cela a lieu ſi le centre de mouvement tombe ſur l'extrémité a. §. 55 & §. 96. II. §. 97. Concluſion.

ARTICLE II.

Des Aiguilles linéaires, à pluſieurs poles, lorſque le centre de mouvement tombe dans l'Aiguille même.

§. 98. L'examen de ce cas eſt très-important, parce qu'il y a un très-grand nombre d'Aiguilles, qui ont plus de deux poles. §. 98. Définitions & énumération des cas.

On voit aiſément qu'il peut y avoir quatre cas. Car le centre de mouvement tombe dans $a\ k$, ou dans Bk, ou dans CB, ou dans Ac: mais ces quatre cas n'en font, à proprement parler, que deux: parce que le cas où le centre tombe dans Ac, eſt le même que celui où il tombe dans ka, & celui où il tombe *Fig. 10, 11.*

---

(1) *Zehier*, Novi Comm. Petrop. *Tome I, p. 310.*

dans *c*B le même que celui où il tombe dans *k*B : il n'y aura qu'un léger changement à faire dans les expreſſions : car, comme nous ſuppoſons dans nos calculs que le centre tombe dans A*k*, ou dans B*k*, nous nommons direction *poſitive* celle que l'Aiguille auroit en vertu de la partie A*c*, & *négative* celle qu'elle auroit en vertu de la partie *c*B : or en ſuppoſant que le centre de mouvement tombe dans A*c*, ou *c*B, direction *poſitive* ſignifiera celle qui convient à *ka*, & *négative*, celle qui convient à A*c*.

Cela poſé, que les forces des poles ſoient exprimées, comme ci-deſſus, par a, b, α : ſoit $Ac = l$, $cB = \lambda$, $aK = L$, $kB = \lambda'$.

PREMIER CAS GÉNÉRAL : *ſi* C *tombe dans* aK.

§. 99. Expreſſions des forces. §. 99. Pour avoir les forces des parties C*a*, CB, BK, il n'y a qu'à faire x négatif, dans les formules I, II, III, des §§. 91 & 92 : on aura donc, ...

FIG. 10. I. Force de A*c* = ...

$$\frac{a}{6r}(-3x(l+r) + 3Ll + 3Lr + 3\lambda' l + 3\lambda l + 3\lambda r + 2l^2 + 3lr + 3\lambda' r + r^2).$$

II. Force de *c*B = ...

$$\frac{b}{6r}(-3x(\lambda + r) + 3\lambda L + 3\lambda\lambda' + \lambda^2 + 3rL + 3\lambda' r - r^2).$$

III. Force de BK = ...

$$\frac{b}{6r}(-3x\lambda' + 3xr + 3L\lambda' - 3Lr + 2\lambda'^2 - 3\lambda' r + r^2).$$

IV. Pour avoir la force de C*a*, il faut ſe ſervir de la formule II du §. 66, en y mettant L au lieu de λ, & α au lieu de b, on aura force de $Ca = \frac{\alpha}{6Lr}(-x^3 + 3x^2L + 3xrL + xr^2)$.

V. Pour la force de KC, il n'y a qu'à faire, dans la formule III du §. 66, $b = \alpha$, $L = \lambda$, & on aura . . . . force de $KC = \frac{\alpha}{6Lr}(-x^3 + 3Lx^2 - 3L^2x + r^2x + L^3 - Lr^2)$.

§. 100. Force totale. §. 100. Or A*c* & *k*C agiſſent en même ſens : & CB, B*k*, C*a*, du ſens oppoſé : on aura donc pour la force totale, $Ac + kC - CB - Bk - Ca$, c'eſt-à-dire, toutes réductions faites,

posant $r = o$, ...

$$3x\begin{pmatrix} b\lambda' + b\lambda \\ -al - \alpha L \end{pmatrix} + L^2\alpha + \begin{matrix} 3aLl - 3bL\lambda + 3al\lambda' + 2al^2 - 3b\lambda'\lambda - 2b'^2 \\ -3bL\lambda' + 3a\lambda l \qquad\qquad - b\lambda^2 \end{matrix}$$

Faisant, comme ci-dessus, §. 95, $a = nb$, $\lambda = ml$, $\alpha = pb$, $\lambda' = qL$, $m^2 = n$, $q^2 = p$, on aura, toutes réductions faites,

$$3x\begin{pmatrix} l\,(m-n) \\ +L\,(q-p) \end{pmatrix} + l^2\,(3mn + n) + 3l\begin{pmatrix} nL - mqL \\ nqL - mL \end{pmatrix} - L^2\,(3q + q^2).$$

Équation dans laquelle il est aisé de voir que les termes dans lesquels x ne se trouve pas, sont les mêmes que ceux de la formule du §. 95, dans lesquels x ne se trouve pas : ce qui doit être, puisque, dans la supposition de $x = o$, le centre de mouvement tombe, dans les deux cas, en a.

§. 101. Si l'on fait $n = m^2$, $p = q^2$, $L = yL$, on aura. . . . . §. 101. Transformations de la formule.

$$3xl\begin{pmatrix} -m^2 - q^2y \\ +m \ + qy \end{pmatrix} + l^2\begin{pmatrix} m^2 + 3m^2y + 3m^3 - q^2y^2 \\ \quad - 3my - 3mqy - 3qy \end{pmatrix}.$$

Faisant enfin $x = hL = hyl$, on a, divisant par l, & toutes réductions faites, ...

$$ml\begin{pmatrix} 3yh + m + 3mqy + 3my \\ -3myh + 3m^2 - 3qy - 3y \end{pmatrix} + qyl\,(3yh - qy - 3g - 3qyh).$$

Équation dans laquelle les valeurs extrêmes de h, sont 1 & o; de façon que h sera ordinairement fractionnaire.

§. 102. La seule inspection de cette formule, fait voir qu'il y a des cas où la direction peut être nulle ou négative. C'est ce que nous allons montrer par quelques exemples. §. 102. Conséquences.

I. Si $m = 1$, $q = 1$, la formule devient $-4l - 4y^2l$, comme dans le premier exemple du §. 96.

II. Si $m = y$, $q = 1$, la formule devient, toutes réductions faites, $3m^2l\big(h\,(1 - m) - 3\,(1 - m)\big)$; si $m = 1$, direction nulle; si m fractionnaire, direction négative; si $m > 1$, direction positive, comme §. 96, n.° II.

Si on suppose de plus, $h = 1$, on aura $-6m^2l\,(1 - m)$, & les mêmes choses ont lieu.

III. Si $m = qy$, on aura, ſubſtituant $\frac{m}{q}$ pour y, ... $\frac{3m^2l}{q}(h(2 - m - q) - q + m + 2mq - 2)$; ſi $h = 1$, on a $6m^2l(m - 1)$: donc direction poſitive, ſi $m > 1$; nulle, ſi $m = 1$; négative, ſi $m < 1$.

Si $h = o$, on retombe dans le troiſième cas du §. 96, ſi $h = 1$.

Si l'on ſuppoſe $2 = m + q$, la formule ſera, ſubſtituant $2 - m$ pour q, $\frac{6m^2l(3m - m^2 - 2)}{2 \quad m}$, & par conſéquent on retombe dans le cas du troiſième exemple du §. 96.

§. 103. Conclusion. §. 103. On voit par-là combien les Aiguilles, à pluſieurs poles, ſont déſavantageuſes, puiſque leur direction peut ſi facilement devenir négative, ce qui ne ſauroit avoir lieu pour des Aiguilles qui n'ont que deux poles, comme cela a été prouvé ci-deſſus.

SECOND CAS GÉNÉRAL: *ſi* C *tombe dans* BK.

§. 104. Expreſſion des forces. §. 104. Les mêmes formules, dont on a fait uſage ci-deſſus, ſerviront à déterminer ce qui a lieu dans ce cas.

FIG. 11. I. Pour avoir la force de cA, il n'y a qu'à faire ..... $m = l + \lambda + \lambda' - x$, dans la formule du §. 37, pour une partie antérieure quelconque, & on aura .... $\frac{a}{6r}(-3x(l + r) + 2l^2 + 3l\lambda + 3l\lambda' + 3lr + 3\lambda r + 3\lambda' r + r^2)$.

II. Pour la force de Bc, on fera, $z = \lambda' - x$, dans la formule pour une partie poſtérieure, §. 91, n.° II, ou §. 38, & ou aura $\frac{b}{6r}(-3x(\lambda + r) + 3\lambda'\lambda + 3\lambda r + \lambda^2 - r^2)$.

III. Pour la force de BC, il faut ſe ſervir de la formule II du §. 66, & y mettre $\lambda' - x$, pour x, & λ', pour λ; on aura donc $\frac{b}{\sigma\lambda' r}(2\lambda'^3 - 3\lambda'^2 x + 3r\lambda' x - r^2 x + x^3 - 3r\lambda'^2 + 3r^2\lambda')$.

IV. Pour trouver la force de Ck, il faut ſe ſervir de la formule III du §. 66, faiſant, dans le numérateur, $\lambda = o$, & x poſitif, parceque, dans ce cas-là, la diſtance de C à k étoit

$\lambda - x$,

$\lambda - x$, au lieu qu'ici elle eſt x; il faut, de plus, mettre λ' pour λ, & on aura $\frac{l}{\sigma\lambda' r}(x^3 - r^2 x)$.

V. Enfin, pour Ka, il faut faire, dans la formule du §. 37, $m = L + x$, & on aura $\frac{\alpha}{6r}(3x(L+r) + 2L^2 + 3Lr + r^2)$.

§. 105. En réuniſſant toutes ces forces, on aura, pour la force totale, Ac + CK — cB — BC — Ka; ce qui, toutes réductions faites, devient, faiſant $r = o$, ... §. 105. Formule pour la force totale.

$$3x\left(\begin{matrix} b\lambda + b\lambda' \\ -al - \alpha L \end{matrix}\right) + 2al^2 + 3al\lambda + 3al\lambda' - 3b\lambda\lambda' - b\lambda^2 - 2b\lambda'^2 - 2\alpha L^2.$$

Faiſant donc $a = nb$, $\lambda = ml$, $\alpha = pb$, $\lambda' = ql$, $n = m^2$, $p = q^2$, on aura ....

$$3x\left(\begin{matrix} ml + qL \\ -m^2 l - q^2 L \end{matrix}\right) + l^2(m^2 + 3m^3) + 3l(m^2 qL - mqL) - 4q^2L^2. \quad (m).$$

Faiſant enfin $L = yl$ & $x = h\lambda' = hqyL$, on aura, toutes réductions faites, ...

$$ml\left(\begin{matrix} 3qhy + 3mqy + m \\ -3mqhy - 3qy + 3m^2 \end{matrix}\right) + 4qyl\left(\begin{matrix} 3qyh - 4yq \\ -3q^2yh \end{matrix}\right).$$

Équation dans laquelle on a 1 & o, pour les limites de h.

§. 106. Quelques exemples ſuffiront, pour montrer l'uſage de cette formule. §. 106. Applications de la Formule.

I. Soit $m = 1$, on aura $4l + qyl(yh - qyh - 4y)$. Soit, de plus, $q = 1$, on aura $4l - 4y^2l$. Donc direction poſitive, ſi $y < 1$; négative, ſi $y > 1$; nulle, ſi $y = 1$.

II. Soit $m = y$, $q = 1$, on aura, toutes réductions faites; $3m^2l(1 - m)(h - 2)$. Donc direction négative, ſi $m < 1$; car h eſt ou = ou < 1 : poſitive, ſi $m > 1$: nulle, ſi $m = 1$. Or, en ce cas, on a $a = \alpha = b$, & $l = L$.

(m) Si l'on ſuppoſe $x = o$, dans la formule de ce §. 105, & $x = L$, dans celle du cas précédent, §. 100, les deux formules ſont les mêmes; & dans l'un & l'autre cas, C tombe ſur K.

Donc, lorſque les forces des poles ſont égales, ainſi que les diſtances de tous les centres magnétiques à leurs poles reſpectifs, la direction eſt nulle, où que ce ſoit que tombe le centre de mouvement.

III. Cela a lieu encore, s'il tombe ſur le pole intermédiaire B; car, en ce cas, on a $h = 1$; &, pour la force, $3m^2l(m-1)$.

IV. Soit enfin $m = qy$, on a, toutes réductions faites, $3m^2l(h(2-m-q)+2m-2)$. Si $h=1$, on a $3m^2l(m-q)$; équation qui peut être poſitive ou négative: ſi l'on avoit, de plus, $m=1$, on auroit $3l(1-q)$, qui eſt négative, nulle, ou poſitive, ſelon que $q >=< 1$.

Enfin, ſi $m+q=2$, on a $6m^2l(m-1)$.

§. 107. Conſéquence.

§. 107. Nous avons déjà dit, §. 98, que les calculs ſont les mêmes ſi le centre de mouvement tombe dans la partie AB de l'Aiguille.

Il réſulte de tous les calculs précédens qu'une Aiguille, qui a trois poles, peut avoir une direction ordinaire, ou n'en pas avoir, ou en avoir une directement oppoſée, ſelon la ſituation du centre de mouvement, & la force des poles.

§. 108. Des Aiguilles à plus de trois poles.

§. 108. On pourroit examiner, ſelon la même méthode, les cas où l'Aiguille auroit quatre poles, ou davantage. On ſent bien que les calculs en deviendroient beaucoup plus longs, & qu'il ſeroit plus difficile de déterminer *à priori* les cas où la direction ſeroit poſitive ou négative, puiſque cette détermination dépend en partie de la force des poles. Or nous avons vu qu'on peut faire treize hypothèſes quand il y a trois poles; & le nombre de ces hypothèſes augmenteroit en même temps que celui des poles: mais il eſt aiſé de voir que le même réſultat doit en général avoir lieu. Si, par exemple, Ab a quatre poles, & ſi le centre de mouvement tombe en C, on aura, d'un côté, pour la direction poſitive Ac+ka+aC+Xb, & de l'autre pour la

Fig. 12.

négative $cB+Bk+CX$, & l'on trouveroit que $cB+Bk+CX$ peuvent égaler $Ac+Ka+aC+Xb$, ou les ſurpaſſer, ou en être ſurpaſſées, ſelon la différente proportion des poles, la longueur des parties, & la ſituation du centre de mouvement. Nous ne nous arrêterons pas à l'examen de ce cas, parce que nous croyons que ce qui précède ſuffit.

§. 109. Telles ſont les conſéquences importantes qui découlent des principes que nous avons établis ci-deſſus. Il en réſulte que des Aiguilles, à pluſieurs poles, ſont très-mauvaiſes, parce qu'il eſt poſſible qu'elles n'aient aucune direction, ou qu'elles en aient une renverſée; ce qu'on n'avoit pas même ſoupçonné juſqu'ici que je ſache: on s'étoit contenté de remarquer qu'elles ſe meuvent avec moins de force. §. 109. Concluſion générale.

Les principes que nous avons poſés, & les calculs que nous avons faits, éclairciront pluſieurs expériences faites par quelques Phyſiciens, & l'examen de ces expériences ſera néceſſaire pour faire voir enſuite comment on peut éviter dans la pratique la pluralité des poles.

ARTICLE III.

Examen phyſique des Aiguilles qui ont pluſieurs poles.

§. 110. De toutes les branches de la Magnétologie il n'en eſt peut-être pas de plus négligée, & ſur laquelle on a moins de bonnes expériences, que celle qui a rapport aux barres à pluſieurs poles, ou à *poles ſucceſſifs* comme les appelle M. *Taylor.* La façon dont ces poles ſont produits n'a guère été examinée, & l'on ſent, d'après les conſidérations précédentes, combien il ſeroit important qu'elle le fût. Je m'éloignerois trop de mon but ſi j'expoſois ici les idées qui me ſont venues dans l'eſprit ſur ce ſujet : cette diſcuſſion m'entraîneroit dans un détail d'expériences & de raiſonnemens, qui augmenteroit trop la longueur de ce mémoire. Je me contenterai d'examiner ce que §. 110. Introduction.

quelques Physiciens ont dit plus particulièrement des Aiguilles à plusieurs poles.

§. 111. Expériences de *Sturmius*. *Fig. 13.*

§. 111. M. *Sturmius* est, je crois, le premier qui ait proposé quelque chose là-dessus. Il assura, en 1682, (*n*) que les grandes Aiguilles n'acquerroient pas bien la vertu magnétique : *grandes acus*, dit-il, *vim magneticam frequentius eludere experti sumus*. En 1686, il donna quelque chose de plus précis sur ce sujet. (*o*) Il fait mention d'une Aiguille de 19 p. 3 l. qui ne put jamais acquérir qu'une vertu foible & incertaine : ensuite il entre dans le détail suivant.

1.° Les extrémités B & A sont toutes deux boréales.

2.° Les deux poles d'un aimant présentés successivement à l'Aiguille, selon la longueur E*f*, attirent chacune l'Aiguille.

3.° Le pole boréal, mené de F vers B, ou de E vers A, attire l'Aiguille jusqu'à ce qu'il soit parvenu en C ou D : mais parvenu au-delà de C ou de D, il la repousse.

4.° CA est plus petit que BD.

5.° Enfin le pole austral présenté à l'Aiguille, selon que toute la longueur de AE ou de BF, la repousse toujours, mais d'autant plus vivement qu'il approche plus de A ou de B.

Ces résultats sont assurément très-curieux & très-singuliers. Il est fâcheux que M. *Sturmius* n'ait pas examiné de quelle façon les poles sont situés : car il est évident que c'est de-là que dépend l'explication du phénomène.

Comme B & A sont l'un & l'autre boréaux, il est clair que l'Aiguille avoit un nombre impair de poles.

Les parties AC & BD sont repoussées par un pole boréal, & attirées par un austral ; elles sont donc boréales.

(*n*) *Epistola Invitatoria.* Voyez *Act. Lips.* 1682, *p.* 259.

(*o*) *Collegium Curiosum ;* Tome II, *Tent. XIV,* p. 234.

DF & EC ſont attirées par les deux poles : elles ont donc une vertu très-foible : or on ſait que la vertu devient d'autant plus foible que les parties approchent plus du centre magnétique, & que, quand la force eſt plus petite, la répulſion ſe change quelquefois en attraction aux approches d'un aimant plus vigoureux. Je croirois donc qu'il y a eu des centres magnétiques aux environs de E & de F : enſuite un troiſième pole, mais très-foible, aux environs de *b* : je dis très-foible, parce que *b* F & *b* E furent attirés par les deux poles d'un aimant. Au reſte, on voit aiſément combien il s'accorde avec nos principes qu'une pareille Aiguille n'ait eu qu'une direction *foible* & *incertaine.*

§. 112. En 1705, M. *Derham* (*p*) a fait voir, que la façon d'aimanter les Aiguilles en menant le même pole de la première extrémité à la ſeconde, puis de la ſeconde à la troiſième, eſt très-mauvaiſe, parce qu'en ce cas les poles ne ſont pas aux extrémités de l'Aiguille, mais au milieu : de façon que les extrémités ſont des poles de même nom, & que le troiſième pole, eſt au centre à-peu-près. Il ajoute qu'ayant appliqué le pole d'un aimant au milieu d'une lame, ſans la frotter, ces deux extrémités acquirent des poles de même nom, que l'oppoſé ſe trouva au milieu, & s'étendit juſqu'à un pouce ou plus de diſtance.

§. 112. Expériences de M. *Derham.*

§. 113. M. *Hamberger* a fait, en 1726 & 1727, (*q*) des expériences ſur ce ſujet. M. *Muſſchenbroek* les a enſuite répétées, (*r*) mais il a obtenu des réſultats différens. Nous ne faiſons mention de cette controverſe qu'autant qu'elle fournit des expériences propres à confirmer ce qui a été dit ci-deſſus.

§. 113. Expériences de *Hamberger* & *Muſſchenbroek.*

Nous avons vu qu'une Aiguille à trois poles, peut avoir une

(*p*) *Phil. Tranſ.* n.º 403, *Tome XXV*, p. 2143.

(*q*) *Elem. Phyſ.* §§. 396-97, *Edit. III*: & *Programm. Inaug. de Partialit. acus magn.* præfixum Edit. III. *Elem.*

(*r*) *Diſſ. de Magn.* p. 114, ſeq.

direction négative, ou n'en pas avoir du tout; & c'est ce que l'expérience confirme.

Entre les cas dans lesquels il doit arriver que l'Aiguille est indifférente, le plus simple est assurément celui où le centre de mouvement tombe au milieu de l'Aiguille, & sur le pole intermédiaire. Supposons, de plus, que les poles extrêmes soient égaux; on aura donc $\alpha = a$, $p = n$, $m = q$: donc $L = l$, ou $y = 1$: on aura, de plus, $h = 1$; & par conséquent la formule du §. 105, devient ....

$$ml\left(\begin{matrix} 3m + 3m^2 + m \\ -3m - 3m^2 + 3m^2 \end{matrix}\right) + ml\left(\begin{matrix} 3m - 4m \\ -3m^2 \end{matrix}\right).$$

Équation dans laquelle tous les termes se détruisent, & dont par conséquent la valeur est zero: la direction sera donc nulle en ce cas. Supposons qu'on touche une barre solide, en appliquant, au milieu, le pole d'un aimant, les deux extrémités acquerront la même vertu, & au même degré, à moins que le fer ne contienne des irrégularités, comme nous en alléguerons des exemples dans la suite. Une pareille barre n'aura donc aucune direction; & c'est en effet ce qu'a trouvé *Déchales*, qui en a fait l'expérience (*f*).

§. 114. Autre Exp. de *Musschenbroek.*

§. 114. M. *Musschenbroek* a trouvé le contraire (*t*). Ayant appliqué le centre d'une Aiguille de douze pouces sur le pole austral d'un aimant, il a trouvé que cette Aiguille se dirigeoit comme il faut. Il est clair qu'il y avoit au centre un pole boréal B, & un pole austral à chacune des extrémités A & *a*. (*Fig.* 14.) Le pole *a* a donc prévalu, & la direction a été négative. Or l'inspection de la formule du § 105, & les exemples du §. 106, font voir évidemment combien facilement la direction peut devenir négative.

(*f*) *Mundus Mathem.* Tract. XI, Lib. 1, Ordo 3, Exp. 22, *ou* Tome II, *p.* 489, seconde Edit.

(*t*) *Loco cit.* Exp. 91, n.° 1, *p.* 114.

Au reste, je n'entreprendrai pas d'expliquer pourquoi précisément le pole *a* a prévalu : la disposition intérieure du fer, la grandeur du trou *b* qui renferme la chappe, & dont nous verrons bientôt (§§. 121, 123.) l'influence, y ont sûrement contribué. M. *Musschenbroek* ne nous a pas fourni les données nécessaires pour la solution du problême.

§. 115. M. *Hamberger* a trouvé (*u*) que des Aiguilles frottées à un pole boréal, depuis l'extrémité australe jusqu'au centre, ou depuis l'extrémité boréale jusqu'au centre, si l'on emploïe l'austral', n'affectoient presqu'aucune direction, & étoient indifferentes. Il est clair que l'Aiguille acquiert trois poles de cette façon : un en B ou à-peu-près, & deux autres homogènes en A & *a* : mais la force des poles peut concourir de différentes façons à ne donner aucune direction à l'Aiguille : & cela quand même on supposeroit $m > q$ & par conséquent $n < p$, comme cela a vraisemblablement eu lieu quelquefois ici. Il se pourroit aussi que l'Aiguille eût paru indifférente, quoiqu'elle eût eu réellement une force directrice foible, si cette force n'a pas été assez grande pour vaincre le frottement. Or il est très-apparent que M. *Hamberger* aura employé des Aiguilles ordinaires à chappe de cuivre, comme l'a fait M. *Musschenbroek*. §. 115. Expériences de *Hamberger.*

§. 116. Nous avons déjà rapporté une expérience de M. *Musschenbroek*, où une Aiguille à trois poles avoit une direction négative : ce Physicien a eu des résultats très-différens dans d'autres expériences. §. 116. Autres Exp. de *Musschenbroek.*

1.° Le centre C d'une Aiguille déjà aimantée fut mis sur le pole austral d'un aimant, & une petite partie du bras austral fut frottée sur ce pole. L'Aiguille acquit quatre poles successifs, deux dans chaque bras, & n'eut qu'une direction très-foible : *valdè torpere incepit.* L'Aiguille avoit douze pouces (*v*). *Fig. 14*.*

2.° Le centre de la même Aiguille fut mis sur le même

(*u*) *Programma*, &c. §§. 11, 14.

(*v*) *Loco cit.* Exp. 91, n.° 5.

pole, & un pouce & demi du bras auſtral fut frotté ſur ce pole. L'Aiguille acquit trois poles, & ſe dirigea à l'ordinaire : au moins M. *Muſſchenbroek* dit *verſorium ſupra pinnam converſum fuit (w)*.

La même choſe eut lieu, lorſque tout le bras auſtral eut été frotté.

On voit aſſez facilement la raiſon générale de ces effets. La partie BC étoit boréale : en appliquant à C un pole auſtral, & en promenant ce pole juſqu'en z, par exemple, il y naîtroit en z un pole boréal, en B un auſtral, ſi l'Aiguille ne poſſédoit aucune force : mais, comme elle eſt déjà imprégnée, cette nouvelle force communiquée n'eſt pas aſſez forte pour vaincre la force en B : elle ne peut la vaincre qu'en Cα, où la force originaire eſt très-foible : il y naîtra donc un pole auſtral quelque part en α : z ſera boréal : on aura donc 4 poles, B, α, z, A.

La ſeconde expérience s'explique de même pour les poles B & α : mais comme Cz a été pris plus grand, & que par-là z eſt beaucoup plus près de A, le pole z aura ſuffi pour faire en ſorte que A ſoit devenu boréal. M. *Van-Swinden* a prouvé & *à priori* & par expérience, qu'il y a des cas où cela peut avoir lieu (x).

§. 117. Derniere Exp. de M. *Muſchenbroek.*

§. 117. Le pole boréal d'une Aiguille, qui n'en avoit que deux, & dont la vertu étoit très-foible, fut mis ſur le pole auſtral d'un aimant, & le quart du boréal fut frotté ſur ce pole (y). L'Aiguille acquit trois poles. Sa vertu fut foible : mais elle ſe dirigea exactement dans le méridien.

Cette même Aiguille fut enſuite frottée depuis le pole boréal juſqu'au centre : elle acquit trois poles : les deux extrémités

---

(*w*) *Ibid.* Exp. 91, n.° 6, *p.* 145.

(*x*) *Tentam. de Magnete*, §. 71, ſeq.

(*y*) *Ibid.* Exp. 93, *Caſus I*, p. 146.

furent

furent deux poles auſtraux, & la flèche ſe dirigea au ſud.

Soit Bζ le quart du bras boréal : il ſe ſera formé en ζ un pole boréal, en B un auſtral, & A ſera reſté auſtral : &, puiſque cette Aiguille ſe dirigeoit à l'ordinaire, il eſt clair que A prévaloit, c'eſt-à-dire, que la direction étoit négative : & en effet, il eſt très-probable que le pole A aura été plus fort que B, puiſque le nouveau frottement fait de B en ζ, ne ſert qu'à fortifier le pole auſtral qui étoit déjà en A, au lieu qu'il a d'abord dû détruire le pole boréal qui étoit en B, & enſuite en former un autre. *Fig. 16.*

On voit que la même choſe a lieu lorſque le pole a été conduit juſqu'en C, ſi ce n'eſt qu'alors le pole boréal s'eſt formé en C même : B eſt devenu boréal, & A eſt reſté tel qu'il étoit. Or B étant auſtral, tend naturellement vers le ſud ; &, puiſque la flèche s'eſt réellement tournée vers le ſud, il eſt clair que la direction étoit poſitive, au lieu qu'elle étoit négative dans le cas précédent.

§. 118. Réflexions ſur ces Exp.

§. 118. Au reſte, M. *Muſſchenbroek* a déterminé l'exiſtence & la nature des poles ſucceſſifs, de la même manière que l'avoient fait MM. *Sturmius* & *Taylor*, en promenant le pole d'une autre Aiguille ou d'un aimant, à une certaine diſtance de l'Aiguille en queſtion, & ſelon ſa longueur. Mais M. *Æpinus* (ζ) a fait voir que cette méthode eſt très-défectueuſe : & en effet, on ſent aiſément que ce pole agit non-ſeulement ſur le point de l'Aiguille qu'on examine, & auquel il répond directement, mais auſſi ſur pluſieurs autres, & que cette action compoſée peut être très-irrégulière. Auſſi y a-t-il de très-grandes irrégularités dans ces expériences de M. *Muſſchenbroek*. Dans la dernière, par exemple, dont nous avons fait mention ; le pole boréal d'une Aiguille attiroit les deux extrémités de l'Aiguille en queſtion : l'attraction avoit lieu depuis une extrémité pen-

(ζ) Diſſertation ſur les Aiguilles de Bouſſole ; *Magaſin de Hambourg*, Tome XXIV, *p. 576*.

dant un espace de quatre pouces : succédoit ensuite une répulsion le long de quatre autres pouces : ensuite l'attraction avoit lieu de nouveau jusqu'à l'autre extrémité. Mais, en faisant usage du pole austral d'une autre Aiguille, pour faire un nouvel examen de celle dont il est question, ce pole repoussa la flèche d'une Aiguille pendant un espace de quatre pouces : ensuite il n'y eut ni attraction ni répulsion jusqu'au centre : de-là l'attraction eut lieu pendant un espace de deux pouces : enfin on observa une répulsion jusqu'à l'autre extrémité. Irrégularités bien remarquables, mais qui n'influent pas sur l'usage que nous avons fait de ces expériences, parce que nous n'avons fait attention qu'à la direction de l'Aiguille.

§. 119. Expériences de M. *Knight.*

§. 119. M. *Knight* examinant, en 1750, une des Aiguilles dont on se servoit alors sur les vaisseaux de guerre Anglois, & qui sont plus larges vers les extrémités que vers le milieu où est la chappe, trouva qu'elles avoient six poles, deux aux extrémités, deux aux endroits où elles commencent à aller en diminuant, & deux au milieu, vers le trou même (*a*). M. *Knight* dit que cela est propre à cette figure, & il en donne pour raison que, la partie du milieu étant étroite, elle n'a pas assez de substance pour conduire le fluide assez promptement d'un bout à l'autre.

De M. *Bazin.*

M. *Bazin* a dessiné, dans la Figure 3 de la 9.[e] Planche de sa *Description des courans magnétiques*, l'arrangement que prend la limaille autour d'une Aiguille percée d'un large trou, & plus large au milieu que vers les extrémités, & il paroît, par cet arrangement, que cette Aiguille avoit quatre poles.

De M. *Æpinus.*

M. *Æpinus* a trouvé aussi (*b*) que des Aiguilles de la même figure que celles qu'examina M. *Knight*, avoient quatre poles, deux aux extrémités & deux à-peu-près au milieu de chaque bras or, ce nombre de poles resta le même quoiqu'on les ren-

(*a*) *Phil. Transact.* n.° 495, art. 18, *Tome XLVI*, p. 508.

(*b*) *Novi Comment. Petrop.* Tome VII, *p.* 309.

versât, & qu'on aimantât la lame de nouveau : sur quoi M. *Zeiher* remarque avec raison, que ces Aiguilles sont semblables à deux lames qu'on joindroit au milieu par un anneau très-mince, & que de pareilles lames ont réellement quatre poles, au lieu qu'elles n'en ont plus que deux dès qu'on les joint exactement.

§. 120. Voilà ce qu'on trouve sur ce sujet chez les Auteurs qui me sont connus. Nous en pouvons déduire ces deux conséquences. §. 120. Conséquences des faits précédens.

1.° Qu'il y a des poles successifs, dont le nombre, la force, la situation, sont déterminés par la figure, la nature, & la longueur du fer dont on se sert. Les expériences de MM. *Sturmius*, *Taylor* (c), *Knight*, & *Æpinus*, menent directement à cette conclusion.

2.° Qu'il y en a qui naissent & qui sont déterminés par la différente manière dont on aimante une Aiguille, ou dont on change la force qu'elle peut avoir eu auparavant. C'est ce qu'indiquent très-clairement les expériences de MM. *Derham*, *Hamberger* & *Musschenbroek*. Les Desseins de M. *Bazin*, Fig. 2 & 3, Plan. 5, & la façon dont il s'y est pris pour aimanter les lames qui en sont le sujet, prouvent la même chose. Il suffit donc que les forces d'une Aiguille viennent à changer, pour qu'elle puisse acquérir des poles différens en nombre & en force de ceux qu'elle avoit auparavant, & par conséquent pour que sa direction puisse devenir nulle ou négative.

§. 121. J'ai fait moi-même quelques expériences sur l'un & l'autre de ces deux articles. §. 121.

Expériences de l'Auteur. La figure contribue à la polipolarité.

Je posséde deux Aiguilles qui ont exactement les mêmes dimensions, & dont la grandeur & la figure sont représentées par la figure 56. L'épaisseur diminue à mesure qu'on approche du

(c) *Phil. Transact.* n.° 368.

centre, où elle est à-peu-près la moitié de ce qu'elle est aux extrémités.

FIG. 16. LVI. EXPÉR. A la fin de Février 1774, l'Aiguille, n.° 1, n'avoit que deux poles. Je l'ai examinée premièrement à la façon de M. *Musschenbroek*, & j'ai trouvé que le pole boréal d'un aimant attiroit toute la partie australe, & repoussoit toute la boréale. Je l'ai examinée ensuite au moyen de la limaille : les courbes étoient régulières, distinctes, comme pour les lames ordinaires : la limaille étoit seulement un peu plus pressée à l'endroit ou les bras commençoient à diminuer de largeur, & le centre magnétique ne coïncidoit pas avec le centre de figure.

LVII. EXPÉR. Il n'en étoit pas ainsi du n.° 2 : le pole boréal repoussoit la partie boréale jusqu'en D, après quoi l'Aiguille étoit indifférente pour ce pole tout le long de la partie CD : à peine voyoit-on un léger signe de répulsion. Ensuite le pole boréal attiroit la partie EA : le pole austral attiroit manifestement la partie BC en entier : il attiroit encore CF, & repoussoit FA.

Il résulte de-là, 1.° Que toute la partie BC est boréale, ou à-peu-près, mais que la vertu est très-foible en DC. 2.° Que la partie CEz est aussi boréale, mais foiblement, & que la partie FA est australe : 3.° Que les poles B & A sont boréal & austral : enfin qu'il y a vraisemblablement en D un pole austral, ou que la force y est confuse.

J'examinai ensuite l'Aiguille au moyen de la limaille. Je trouvai les courbes de la partie Bc distinctes jusqu'en D, ensuite très-confuses de D en C, & de C en F. En F les courbes indiquoient manifestement un centre magnétique : de F en A elles étoient distinctes.

§. 122. La façon d'aimanter y contribue aussi. Expériences ci-dessus.

§. 122. Voilà donc deux Aiguilles de figure semblable, & dont l'une n'a que deux poles, pendant que l'autre en a quatre : aussi, quoique je sois persuadé que la figure contribue à cette *polipolarité*, je crois cependant que la façon d'aimanter influe aussi beaucoup là-dessus : c'est ce que les expériences suivantes prouveront.

LVIII. EXPÉR. Le 9 de Décembre 1775, j'examinai de nouveau les deux Aiguilles précédentes : n.° 1 n'avoit que deux poles ; n.° 2 en avoit quatre. J'aimantai ensuite, n.° 4, selon la méthode de la double touche : cela fait, les quatre poles avoient disparu : il n'y en avoit plus que deux : les courbes de la limaille étoient très-régulières, & très-distinctes.

LIX. EXPÉR. J'imprégnai ensuite cette Aiguille par une seule lame, en me servant du pole boréal, & frottant de l'extrémité boréale à l'australe : l'Aiguille conserva ses deux poles, mais le centre de mouvement s'étoit considérablement approché du pole austral.

LX. EXPÉR. J'imprégnai ensuite l'Aiguille en me servant du même boréal : mais je ne frottai que la partie boréale, du pole au centre : les courbes de la limaille indiquoient manifestement quatre poles.

LXI. EXPÉR. Enfin je ne frottai que la moitié du bras boréal. L'extrémité boréale étoit restée boréale : l'australe étoit restée australe : les courbes de limaille étoient régulières sur le bras boréal, mais si irrégulières sur l'austral, qu'on ne pouvoit guères les discerner.

Dans toutes ces expériences, le pole boréal indiquoit toujours le nord.

§. 123. Il n'en est cependant pas moins sûr que la grandeur du trou, qui est au milieu de l'Aiguille pour recevoir la chappe, donne beaucoup de disposition aux Aiguilles pour acquérir plusieurs poles. Tous les Physiciens sont d'accord là-dessus, & j'ai eu moi-même occasion de m'en convaincre, par les expériences suivantes, faites le 31 d'Octobre 1776.

§. 123. Influence du trou pour la chappe. Expériences là-dessus.

LXII. EXPÉR. Je fus appellé à imprégner une lame d'acier très-dur, longue de 7 p. 27 l. large de 5·7 l. épaisse de 0·45 l. le diamètre du trou étoit de $3\frac{1}{2}$ l.

J'avois frotté cette lame nombre de fois à la méthode de

M. *Antheaume* : ensuite comme les poles étoient fort inégaux, j'ai, en frottant de nouveau, appuyé un peu plus sur le côté où étoit le pole le plus foible, & j'ai ensuite appliqué le plus fort à un pole ennemi : de cette façon les poles sont devenus à-peu-près égaux. Examinant ensuite cette lame au moyen de la limaille, j'ai trouvé celle-ci irrégulière, à-peu-près comme il est marqué dans la Fig. 3 de la Planc. 9 des Desseins de M. *Bazin*, mais d'une façon moins marquée. J'ai ensuite imprégné cette lame de nouveau, à plusieurs reprises, à la méthode d'*Antheaume* : tout ce que j'ai pu faire a été de rendre le faux pole plus foible, plus obscur, mais je n'ai pu le détruire en entier. Ces expériences furent achevées le 31 d'Octobre. Je laissai la lame jusqu'au 2 de Novembre sans y toucher : & ce jour-là, entre 6 & 8 heures du matin, je trouvai que la limaille étoit beaucoup moins irrégulière, & que ces courbes étoient beaucoup plus semblables à celles qui ont lieu quand il n'y a que deux poles.

§. 123*. Influence de l'épaisseur.

§. 123*. Enfin la seule épaisseur de la lame, eu égard à sa longueur & à sa dureté, peut être cause que cette lame acquierre plusieurs poles. Voici une expérience qui le prouve.

Expér.

LXIII. Expér. Le 18 de Février 1776, j'ai aimanté quatre lames, à-peu-près d'égale longueur, de 8 p. $9\frac{1}{2}$ l. La plus pesante pesoit 607 gr. la plus legère $121\frac{1}{2}$. Celle-ci marquée n.° 13, étoit fort mince, &, comme les autres, d'acier non-trempé. Je les frottai toutes, cent fois de chaque côté, avec les mêmes barreaux. N.° 13 acquit trois poles très-distincts ; il y avoit un centre magnétique à 1 p. $2\frac{1}{2}$ l. du pole N, & un à 3 p. 6 l. du pole S. Les trois autres lames acquirent seulement deux poles. Cet effet est donc uniquement dû à la disproportion qu'il y avoit entre la longueur & l'épaisseur, ainsi que la dureté de la lame.

§. 124. Des faux poles, produits par la double touche. Expériences.

§. 124. Comme il me paroît convenable de rassembler en un seul corps, & sous un même point de vue, ce qui a rapport aux Aiguilles à plusieurs poles, je vais exposer ici quelques expériences, qui sans cela seroient peut-être mieux placées dans le Chapitre XV, où je traiterai de la façon d'aimanter les Aiguilles. Ces

expériences, dont l'événement m'a très-fort ſurpris, & de l'exactitude deſquelles je ſuis très-convaincu, prouveront combien aiſément les Aiguilles peuvent acquérir pluſieurs poles par la ſeule imprégnation.

LXIV. Expér. Je me ſuis ſervi, pour ces Expériences, de ma lame, n.° 3, qui n'eſt percée d'aucun trou, & dont il ſera parlé plus amplement dans la ſuite, §. 337. J'avois aimanté cette lame, par la méthode du Docteur *Michell*; &, le 28 Décembre 1774, à $7\frac{1}{2}^{h}$ du ſoir, les forces étoient comme il ſuit.

Force du pole N, à la diſtance de 7 p. 5 l. = *tang* 17° 50′ = 322
S..................... = *tang* 17° 40′ = 316 } = 1 : 1.012.

Cette lame n'avoit alors que deux poles très-diſtincts.

LXV. Expér. J'avois auſſi aimanté une autre lame, n.° 4, exactement des mêmes dimenſions que la précédente, & cela par la méthode de M. *Antheaume*: cette lame avoit acquis beaucoup plus de force que celle du n.° 3: je crus donc qu'il étoit néceſſaire d'aimanter de nouveau celle du n.° 3, par cette méthode. Après avoir frotté la lame à diverſes repriſes, à la fin de chacune deſquelles j'examinai les forces, je parvins, le 29 Décembre, dans la ſoirée, aux réſultats ſuivans.

Force du pole N = *tang* 25° 30′ = 473
S = *tang* 25° = 466 } = 1 : 1.015.

LXVI. Expér. Ces forces diminuèrent dans la nuit du 29 au 30: c'eſt pourquoi, le 30 au matin, je frottai chaque côté de la lame encore vingt-cinq fois, & toujours avec les mêmes barreaux, & ſelon la méthode de M. *Antheaume*: les forces étoient alors ....

A la diſt. de 5 p. 10 l. Pole N = *tang* 43° 45′ = 957
S = *tang* 47° 30′ = 1095 } = 1 : 1.14.
A la diſt. de 7 p. 5.7 l. Pole N = *tang* 23° 30′ = 435
S = *tang* 25° 15′ = 471 } = 1 : 1.08.

Cette Expérience fut finie à $10^{h}\,20'$. A $11^{h}\,40'$, j'examinai, au moyen de la limaille, la diſpoſition du centre magnétique, que je trouvai à 4 p. 3 l. du pole auſtral, & par conſéquent à 7.05 l. du milieu de la lame.

Je ne fis pas d'abord attention à cette très-grande différence. Ce ne fut qu'après avoir ajusté la lame pour la suspendre, & faire d'autres expériences que je m'étonnai de la très-grande distance à laquelle le centre magnétique étoit du milieu de la lame, pour une si petite différence dans la force des poles. Je calculai donc cette distance selon la formule du §. 23, & je la trouvai de 4 p. 8·3 l. Je refis donc l'expérience, & je retrouvai la même distance. J'examinai alors la situation de la limaille avec la plus grande attention; elle étoit très-régulière, dans la partie australe: mais dans la boréale, il y avoit à 2 p. 3 l. du pole une confusion qui indiquoit manifestement un second centre, & par conséquent que la lame avoit trois poles.

§. 125. Tentatives pour les détruire. Expériences.

§. 123. LXVII. Expér. Pour tâcher d'ôter cette irrégularité, j'ai imprégné la lame encore à trois différentes reprises, selon la même methode, en frottant chaque côté 25 fois. A chaque fois, j'ai examiné la situation & le nombre des centres magnétiques, & j'ai trouvé constamment deux centres, & par conséquent trois poles. C'étoit toujours dans la partie boréale qu'étoit le second centre : la limaille étoit très-régulière dans l'australe : à la fin de la troisième reprise, les forces étoient. . . . .

A 5 p. 10 l.	Pole N = *tang* 45° 30′ = 1018	} = 1 : 1.017.	
	Pole S = *tang* 46° = 1036		

LXVIII. Expér. Voyant que je ne réussissois pas de cette façon à rétablir ma lame, j'employai la méthode du Docteur *Michel*, en me servant des mêmes barreaux, qui n'étoient distans que d'une ligne. Je frottai chaque côté vingt fois. Ses forces étoient alors; . . . .

Dist. 5 p. 10 l.	Pole N = *tang* 40° = 839	} = 1 : 1.25	} milieu = 1 : 1.215.
	Pole S = *tang* $33\frac{1}{2}$° = 662		
Dist. 7 p. 5.7 l.	Pole N = *tang* 22° 40′ = 397	} = 1 : 1.18	
	Pole S = *tang* 19° 30′ = 354		

J'examinai alors la lame, au moyen de la limaille, celle-ci étoit très-régulière, & n'indiquoit qu'un seul centre, qui étoit à 4 p. 8 l. du pole boréal; par calcul, faisant $n = 1 \cdot 215$, on trouve 4 p. 7·725 l.

Il

Il est très-remarquable que cette lame se soit si promptement rétablie, par cette méthode, & que cela n'ait eu lieu qu'avec une diminution de forces très-considérable. . . . . .

§. 126. LXIX. Expér. Le premier de Janvier 1775, je voulus voir ce qui arriveroit, en frottant ma lame de nouveau, à la méthode d'*Antheaume*; je frottai donc chaque côté vingt-cinq fois, & cela à deux reprises; à la fin de la seconde, les forces étoient; . . . . §. 126. Expériences ultérieures.

Dist. 5 p. 10 l. Pole N = *tang* 49° = 1150 } = 1 : 105.
S = *tang* 50° 15′ = 1203 }

Dist. 7 p. 5.7 l. Pole N = *tang* 25° 30′ = 477 } = 1 : 1.04.
S = *tang* 26° 20′ = 495 }

La limaille prouva qu'il y avoit trois poles.

LXX. Expér. J'interposai alors, entre les poles de mes deux barreaux, un carton plus épais; je frottai de nouveau chaque côté vingt-cinq fois, les forces furent; . . . .

Dist. 5 p. 10 l. Pole N = *tang* 51° 30′.
S = *tang* 51°.

Dist. 7 p. 5.7 l. Pole N = *tang* 27°.
S = *tang* 27°.

La limaille étoit très-régulière; il n'y avoit que deux poles; & le centre magnétique étoit à 4 p. 3 l. du pole N. c'est-à-dire, à 0.25 l. du milieu de la lame.

§. 127. LXXI. Expér. Ayant de nouveau frotté chaque côté de la lame vingt-cinq fois, par la même méthode, les poles furent, à 5 p. 10 l. §. 127. Expériences.

Pole N = *tang* 50° 30′ = 1213.
S = *tang* 55° = 1428.

La limaille étoit régulière dans la partie boréale; mais très-irrégulière dans l'australe, où elle indiquoit manifestement un second centre.

LXXII. Expér. Cette irrégularité disparut, après que j'eus

de nouveau frotté chaque côté vingt-cinq fois; la limaille étoit alors très-régulière. Il n'y avoit que deux poles, dont les forces étoient; ....

Dist. 5 p. 10 l. Pole N = *tang* 50° = 1192, S = *tang* 53° 30′ = 1351 } = 1 : 1.134.

Dist. 7 p. 5.7 l. Pole N = *tang* 26° 30′ = 493, S = *tang* 27° 30′ = 521 } = 1 : 1.077.

n, par un nombre moyen, = 1 : 1 · 105.

Le centre magnétique étoit à 4 p. 9 · 7 l. du pole austral.
Faisant *n* = 1 · 105, par calcul, 4 p. 9 · 9 l.
Faisant *n* = 1 · 077 .... 4 p. 9 · 01 l.

§. 128. Conséquences.

§. 128. On voit, par ces expériences, avec quelle attention scrupuleuse les Artistes doivent se conduire en aimantant des Aiguilles, & avec quel soin, & combien fréquemment ils doivent examiner leurs lames pour connoître si elles n'ont pas plus de deux poles. Au reste, je ne veux tirer aucune conclusion générale des expériences précédentes, ni en déduire que la méthode de M. *Antheaume* est, à cet égard, moins bonne que celle du Docteur *Michel*. Il me suffit d'avoir prouvé combien la façon d'aimanter peut influer sur le nombre de poles. Il n'est pas de notre plan actuel d'entrer dans l'explication physique de ces phénomènes, que je crois entièrement nouveaux. Je me flatte d'en entrevoir les différentes causes : mais leur détail m'entraîneroit trop loin.

§. 129. Expériences sur les effets des changemens de force.

§. 129. J'ai eu des résultats à-peu-près semblables, en aimantant une lame d'acier très-dur, numérotée n.° 6, & dont il sera parlé plus amplement ci-après. Je supprime ces résultats, quoique très-intéressans en eux-mêmes. Mais je ne saurois passer sous silence les expériences suivantes, parce qu'elles font connoître des manières de produire plusieurs poles, qui n'ont pas encore été indiquées : ces manières se rapportent à ce que nous avons dit ci-dessus, §. 120, que le seul changement de forces suffit pour faire naître un plus grand nombre de poles.

LXXIII. Expér. J'avois aimanté, le 8 Novembre 1775;

cette lame, n.° 6, à la façon de M. *Antheaume*, & les forces étoient, à 7 p. 5 · 7 l.

Pole N = *tang* 36° 30′.
Pole S = *tang* 35°.

LXXIV. Expér. Ensuite, par un dessein particulier que j'avois, je voulus faire tomber le centre magnétique beaucoup plus près d'un des poles que de l'autre. Pour cet effet, je recommençai à frotter, en commençant, non au milieu, mais au quart de la longueur, à compter du pole austral; je frottai chaque côté trente fois: les forces furent, à 7 p. 5 · 7 l.

Pole N = *tang* 35°.
Pole S = *tang* 34°.

Mais je trouvai, au moyen de la limaille, deux centres magnétiques, l'un à 2 p. 5 · 8 l. du nord, l'autre à 2 p. 9 l. du sud: la longueur de la lame est 9 p. 7 · 9 l.

§. 130. LXXV. Expér. Pour remédier à ce défaut, je frottai chaque côté encore trente fois, de la même façon & cela à deux reprises, mais inutilement. §. 130. Autre Expér.

Je commençai alors à frotter, en partant du milieu, & cela trente fois pour chaque côté; ces forces furent, à 7 p. 5 · 7 l. pole N=*tang* $32\frac{1}{2}$; pole S=*tang* $33\frac{1}{4}$; &, au moyen de la limaille, je trouvai qu'il n'y avoit qu'un centre magnétique, à-peu-près à 5 p. du pole boréal: la limaille étoit très-régulière.

Ces expériences ne laissent aucun doute que ces trois poles ne proviennent de la façon dont je me suis servi en aimantant. Voici encore une autre manière de parvenir à la même chose.

§. 131. LXXVI. Expér. Dans les expériences précédentes, la lame avoit été mise entre deux *contacts* de fer; j'eus des raisons alors de leur substituer des barreaux aimantés en posant le pole N à l'extrémité qui devoit devenir australe, & l'austral à celle qui devoit devenir boréale. De cette façon, me servant toujours de la méthode de M. *Antheaume*, je frottai, 1.° chaque côté dix §. 131. Dernières Expér.

fois : ensuite vingt fois, enfin trente fois. Mais, à cette dernière opération, je mis, par mégarde, au pole N, un contact de fer, au lieu d'un aimant, ce dont je m'apperçus, après avoir frotté le premier côté : je substituai l'aimant, avant que de frotter le second ; j'examinai ensuite cette lame, au moyen de la limaille : je fus fort étonné de trouver celle-ci irrégulière, & de lui voir indiquer deux centres magnétiques.

LXXVII. Expér. Envain, pour remédier à ce défaut, je frottai à deux reprises chaque côté d'abord trente, & ensuite vingt-cinq fois : je remis alors les contacts de fer : je frottai chaque côté encore trente fois : & la limaille étoit par-ci par-là un peu confuse. Je frottai encore trente fois ; la limaille étoit très-régulière : il n'y avoit que deux poles & un centre, qui étoit à 4 p. 8·7 l. du pole N. Les forces étoient à 7 p. 5·7 l.

$$\left.\begin{array}{l}\text{Pole N} = tang\ 34 = 6745 \\ \text{Pole S} = tang\ 29\tfrac{1}{2} = 5658\end{array}\right\} = 1 : 19 \text{ à } 1.$$

L'action de ces barreaux aimantés, mis au lieu de contacts, auroit-elle été la cause de cette production de deux centres magnétiques ?

Il résulte de toutes ces expériences, & en vertu de ce que nous avons démontré ci-dessus, §. 47. *seq.* 7. par la direction que des Aiguilles *polypolaires*, peuvent acquérir, qu'on ne sauroit procéder trop scrupuleusement dans la façon dont on aimante, ni examiner les lames trop souvent, & avec trop d'attention.

ARTICLE IV.

Des conditions qui seroient nécessaires pour faire des Expériences, qu'on pût calculer d'après les principes posés dans le second Article.

§. 132. Cela est impossible.

§. 132. J'aurois fort desiré pouvoir faire des expériences que je pusse calculer ; mais la chose ne m'a pas été possible. En voici les raisons.

1.° Il est évident qu'il faut connoître la force des poles A, B, *a*, ou les valeurs de *a*, *b*, *α*; &, 2.° les distances A*c*, *c*B, *k*B, K*a*, ou *l*, *λ*, *λ'*, L; mais on sent bien qu'on ne peut pas mesurer directement la force du pole B, en l'offrant à une Aiguille, parce que l'action des autres poles concoureroit à détourner l'Aiguille de sa situation; lorsque les barres dont on se sert sont courtes, la même chose a lieu pour les poles A & *a*, sur-tout si ceux-ci sont fort inégaux en force : mais lorsque les barres sont longues on peut mesurer *a* & *α* immédiatement. Première raison. *Fig. 11.*

§. 133. Il n'y auroit donc d'autre moyen que de mesurer les distances A*c*, *c*B, BK, K*a*, soit en offrant un aimant à l'Aiguille, (§. 118), soit au moyen de la limaille; méthode qui nous paroît très-certainement préférable. Mais, supposant que cette méthode soit bonne en elle-même, peut-on la pratiquer avec assez d'exactitude ? M. *Æpinus*, qui en fait en usage, établit les limites de cette exactitude entre une demi-ligne & une ligne. Supposons donc qu'on mesure une fois AC = 4 · 13, *c*B = 5 · 86 : une autre fois A*c* = 4 · 29, *c*B = 5 · 50 : une troisième fois A*c* = 4 · 72, *c*B = 5 · 28 : les forces seront comme 1 · 25 à 1, & comme 1 · 5 à 1, & comme 2 à 1; différences très-considérables, & qui ne sauroient donner qu'une grande aberration dans le calcul, quoique les différences, dans la mesure actuelle, ne montent qu'à une demi-ligne. J'ai fait, comme on l'a vu, grand nombre d'expériences sur la situation du centre magnétique, & je me suis servi de la limaille: je me suis convaincu qu'en procédant avec un très-grand soin, les limites de l'erreur pouvoient tomber au-dessous d'une demi-ligne, quoique cela soit rare. Mais il n'en est pas moins clair que l'erreur doit être plus grande en concluant la proportion des poles de celle des distances, qu'en concluant la proportion des distances de celle des poles : puisque la proportion des distances n'est que la racine de celle des poles. Pour montrer ceci clairement, supposons qu'on commette dans les deux cas la même erreur *x*. §. 133. Seconde raison.

Supposons donc qu'on connoisse d'abord la force des poles,

& qu'on en déduiſe la proportion des diſtances; qu'on ait d'abord n, & enſuite N : ſoit donc $N=n+x$, on aura $N-n=x$, $m=\sqrt{n}$, $M=\sqrt{(n+x)}$: donc . . . . $M-m=\sqrt{(n+x)}-\sqrt{n}=\sqrt{(m^2+x)}-m$; ce qui eſt l'erreur commiſe ſur les diſtances.

Mais, ſuppoſons, 2.° Qu'on ait déterminé les diſtances, & qu'on en déduiſe la proportion des poles, on aura m & M données, & $M-m=x$; on aura $n=m^2$, $N=(m+x)^2$: donc $N-n=(m+x)^2-m^2=2mx+x^2$, pour l'erreur ſur la proportion des poles: or $2mx+x^2>\sqrt{(m^2+x)}-m$, ou . . . $2mx+x^2+m>\sqrt{(m^2+x)}$; puiſque $\sqrt{(m^2+x)}<m+x$, & par conſéquent $2mx+x^2+m$. On commet donc beaucoup moins d'erreurs, en concluant la proportion des diſtances de celle des poles, qu'en déduiſant celle des poles des diſtances, & par conſéquent la méthode que nous venons de propoſer, ſeroit ſujette à beaucoup d'erreurs.

§. 134. Troiſième raiſon. *Fig.* 17.

§. 134. Mais, ce qui eſt plus important, cette méthode de déterminer le centre magnétique, exacte quand le barreau n'a que deux poles, me paroît très-imparfaite quand il en a pluſieurs, par la raiſon que le centre des courbes ne ſauroit indiquer le vrai centre magnétique, ni le lieu intermédiaire le pole intermédiaire.

Car la limaille peut être conſidérée comme conſiſtante en nombre de petites Aiguilles, qui ſe diſpoſent autour du barreau : c'eſt ce que MM. *Lambert* (*d*) & *Æpinus* (*e*) ont déjà prouvé, & j'en ai fait l'expérience complete : ainſi (*fig.* 17), l'Aiguille E eſt perpendiculaire, l'Aiguille FG eſt parallèle, & ſon centre répond perpendiculairement au centre magnétique. Toutes les autres Aiguilles ſont obliques. On juge donc du centre C du barreau en prenant le centre de toutes les courbes

(*d*) Mém. de Berlin, *Tome XXII*, p. 50, ſeq.

(*e*) *Tentam. Theor. Electr. & Magnetis*, §. 304.

que les Aiguilles ou les particules de limaille font. Or tous ces centres font dans la perpendiculaire KC. On n'a qu'à confulter les Planches 1 & 2 de M. *Bazin*.

Suppofons qu'on approche de A le pole ennemi *a* d'un autre barreau, & fuppofons de plus que ce pole *a* ne modifie pas la force du pole A, qu'arrive-t-il ? L'équilibre eft troublé. Les poles auftraux des petites Aiguilles font repouffés, les boréaux font attirés : *b* & *c* deviendront moins obliques à l'axe : E, de perpendiculaire qu'elle étoit, s'incline, *d* & *e* s'inclinent davantage ; FG, de parallèle qu'elle étoit, devient inclinée, & *m* & *n* s'inclinent de façon que leurs poles boréaux s'abaiffent : d'où il réfulte, qu'une des Aiguilles placées au-delà de FG, *m*, par exemple, deviendra parallèle, & que le centre magnétique paroîtra être en K, tandis qu'il eft réellement en C ; la Figure 2 de la Planche 3 de M. *Bazin*, comparée à la figure 1.re & à l'explication, confirme ceci.

Il en réfulte que AC paroîtra plus grand qu'il n'eft, & BC plus petit : que par conféquent on trouveroit *a* plus petit & *b* plus grand qu'ils ne font : on ne pourroit donc que commettre des erreurs en employant ces élémens dans le calcul ; erreurs d'autant plus grandes, que nous venons de voir (§. 133), qu'une petite erreur dans les diftances en produit une grande dans la proportion des forces.

Le cas, que nous venons de propofer, eft précifément celui qui a lieu ici : car on peut confidérer un aimant à trois poles comme un compofé de deux aimans joints l'un à l'autre par leurs poles ennemis ; poles qui ne peuvent plus fe troubler dès qu'ils ont acquis leur équilibre ; ils n'agiffent donc que fur de la limaille comme on vient de le fuppofer.

§. 135. Suppofons donc que les deux barreaux BA, *ab*, joints l'un à l'autre faffent un barreau à trois poles : il eft clair, 1.° Que ce que nous venons de dire de la partie AB s'appliquera auffi à la partie *ab*, & qu'ainfi le centre *k* paroîtra plus proche de *b* qu'il ne l'eft réellement : donc le pole *b* paroî- §. 135. Conféquences.

tra plus fort, & le pole *a* plus foible qu'ils ne sont : 2.° Que vers A*a* il y aura des lignes un peu inclinées des deux côtés & à-peu-près perpendiculaires : ce que les desseins de M. *Bazin* & mes propres expériences confirment : mais où faudra-t-il prendre le pole A ? Comme la perpendicularité dépend des actions combinées de A C, *a k*, B C, *b k*, le pole ne sera situé au point où les lignes paroissent perpendiculaires qu'au cas où ces parties sont égales en force : en tout autre cas, le pole se trouvera sur une des lignes déjà inclinées, & sera plus près de *k* si AC est plus fort, & plus près de K si *ak* est plus fort : mais on ne sauroit dire précisément où c'est qu'il doit tomber.

Les expériences, que j'ai faites, confirment tout ce que je viens d'avancer : en voici le résultat.

§. 136. Expériences qui confirment les §§. précédens.

§. 136. LXXVIII. Expér. En Mars 1774, j'ai pris deux barreaux inégaux en force, & j'ai trouvé que la ligne perpendiculaire tomboit à plus d'une ligne & demie de A vers C.

En 1775, j'ai apporté plus de soin à ces expériences : voici ce que j'ai trouvé le 13 de Décembre.

LXXIX. Expér. J'ai pris deux barreaux AB & *ab*, de 4 p. 8 l. les forces étoient à 7 p. 5 · 7 ;

Dans AB, pole N, ou B, $= tang\ 19\frac{1}{2}°$.
S, ou A, $= tang\ 19\frac{1}{2}$.
Dans *ab*, pole N, ou *b*, $= tang\ 25° 45'$.
S, ou *a*, $= tang\ 27° 15'$.

Le centre magnétique, ou le point C, tomboit, dans AC, à 2 p. 4 l. de B ; dans *ac*, à 2 p. $6\frac{1}{2}$ l. du pole *b*.

J'appliquai ces deux barreaux l'un à l'autre par leurs poles austraux : en posant cependant entre deux un morceau de carte à jouer, pour empêcher que ces poles ne pussent trop agir l'un sur l'autre dans le contact immédiat : car l'on sait qu'en ce cas cette action est considérablement plus forte qu'à une distance, même très-petite.

J'ai

J'ai trouvé alors le centre magnétique, ...

Dans AB, à 2 p. 0 · 5 l. Dans *ab*, à 2 p. 6 · 2 l.
Différence de $3\frac{1}{2}$ l. vers B. Différence de 0 · 3 l. vers *b*.

La ligne perpendiculaire, qui auroit dû répondre à A*a*, étoit à 1 · 7 l. de *a* vers *b*.

LXXX. Expér. Je substituai au barreau *ab* un autre barreau de même longueur, mais plus fort, dont les forces étoient, à 7 p. 5 · 7 l. ....

Pole N, ou *b*, = *tang* 97° 15′
Pole S, ou *a*, = *tang* 35°

Le centre magnétique étoit à 1 p. $11\frac{1}{2}$ l. du pole *b*.

En appliquant alors ces barreaux l'un à l'autre, j'ai trouvé le centre magnétique, ...

Dans AB, à 2 p. Dans *ab*, à 1 p. 11 l.
Différence de 4 l. vers *b*. Différence d'une demi-ligne vers *b*.

Ces expériences prouvent donc combien la situation des courbes varie à mesure que la proportion des poles est différente.

§. 137. Il résulte donc très-certainement de ces expériences qu'on ne connoît pas jusqu'à présent de méthode pour déterminer au juste les forces *a*, *b*, *c*, & les longueurs L, λ, λ′, l: & par conséquent qu'on ne sauroit calculer les expériences, comme nous l'avons fait pour les Aiguilles à deux poles; peut-être y parviendra-t-on quelque jour. §. 137. Conclusion.

Je me vois donc forcé à rapporter simplement les expériences que j'ai faites, sans les soumettre à un calcul rigoureux. On verra cependant qu'elles sont très-conformes à ce qui a été démontré. Expériences.

LXXXI. Expér. J'aimantai, en Mars 1774, un barreau long de $3\frac{1}{3}$ p. il avoit trois poles; deux austraux en A & *a* : & un boréal en *b*. Je le disposai de façon, Fig. 10, 11.

1.° Que C tombât en *a*: il n'y eût pas de direction.

2.° Que C*a*=1 p. presque pas de direction.

3.° Que C*a*= 1½ p. direction très-foible de A vers N: donc le pole *a* prévaloit. En ce cas, C tomboit à-peu-près sur B.

4.° Que C*a*= 2 p. direction foible mais très-sensible.

5.° Que C*a*=2½ p. de même.

6.° Que C tombât sur A: de même.

LXXXII. Expér. J'aimantai ce barreau plus fortement: le pole A tournoit vers le N. où que ce fût qu'on posât C: donc le pole *a* prévaloit toujours.

LXXXIII. Expér. J'ai pris ensuite un barreau de 4·3 p. qui avoit deux poles boréaux en A & *a*, & un austral en B. Le pole boréal A tournoit au sud où que ce fût qu'on posât le centre de mouvement.

Il est aisé de faire des suppositions plausibles pour expliquer cette dernière expérience. Car soit $a:b$ ou $n=1\cdot25$: donc m, ou $cB:Ac=1\cdot118$. Soit $a:b=p=1\cdot5$: d'où $Bk:ak=q=1\cdot224$. Soit (§. 101.) $y=1\cdot5$. On aura, en faisant les substitutions nécessaires, dans la formule du §. 101, la force directrice, $-2\cdot533\,lh-4\cdot959\,l$. donc direction négative, ainsi que l'exige l'expérience. Lorsque C tombe dans BA, p devient n, n devient p, &c. comme nous l'avons dit §. 98. Or, en faisant le calcul, on trouve la direction négative comme l'exige l'expérience.

Si l'on suppose C dans KB, on aura, en substituant dans la formule du §. 105, la force directrice positive, & égale à $-3\cdot002\,hl-7\cdot307\,l$: comme l'exige l'expérience. On pourroit aussi supposer le pole B plus fort que les deux autres, parce que j'ai remarqué que A*c* étoit à-peu-près égal à *c*B & *a*K à KB: or nous avons vu ci-dessus, §§. 134. 135. que C & K paroissent plus vers A & *a* qu'ils ne le sont: mais les lignes perpendiculaires occupèrent si peu d'espace, que je ne compte pas beaucoup sur les déterminations de CB & KB.

§. 138. LXXXIV. EXPÉR. Voici une autre Expérience que j'ai faite, le 13 Décembre 1775, avec tout le soin possible. J'ai pris un barreau d'acier très-dur, de 4 p. $2\frac{1}{2}$ l. je l'ai aimanté de façon qu'il eût trois poles, deux austraux, en A & *a*, & un boréal, en B. J'ai examiné cette Aiguille, au moyen de la limaille, & j'ai trouvé, ... §. 138. Autre Expér.

A*c*, ou *l*, = 9· l.
B*c*, ou λ, = 11·75 l.
BK, ou λ', = 11·75 l.
*a*K, ou L, = 18· l.

La limaille étoit beaucoup plus dense en *a*K qu'en A*c*; de sorte qu'il étoit visible par-là que *a* étoit plus fort que A.

Je mesurai, de plus, la force des poles, & je trouvai; . . .

Pole A, ou *a*, = *tang* 4° = 699
Pole *a*, ou α, = *tang* 9° = 1583

Où que ce fût qu'on posât le centre de mouvement, le pole A tournoit vers le N. foiblement à la vérité, mais très-certainement. Or je vais faire voir, par ces données, combien tout ce que nous avons dit, §§. 134 & 135, est vrai, & dans quelles erreurs on tomberoit, si on fondoit un calcul sur ces mesures.

En Supposant ces données exactes, on a $l : \lambda = 9 : 11\cdot75 = 1 : 1\cdot305$. Donc $m = 1\cdot30 : n = m^2 = 1\cdot703$. On a $L : \lambda' = 18 : 11\cdot75 = 1 : 0\cdot65 = q$, & $p = q^2 = 0\cdot4225$. Or $a : \alpha = nb : pb = n : p = 1\cdot703 : 0\cdot4221 = 4\cdot03 : 1$. D'où il résulteroit que *a* seroit quatre fois plus fort que α, au lieu que l'Expérience sur la force des poles, donne . . . . $a : \alpha = 699 : 1583 = 1 : 226$, ou α plus de dix fois plus fort que *a*; ce qui seroit très-contradictoire, & fait voir combien peu exactement on peut mesurer les distances de cette façon. Or l'influence des causes dont nous avons parlé ci-dessus, est très-sensible. Car, selon ces idées, *c* paroît plus vers *a* qu'il ne doit être. Donc A*c* est véritablement beaucoup moindre qu'il ne paroît: donc réellement A*c* > 9 l. & *c*B < 11·75; par conséquent *m* & *n* plus petits qu'ils n'ont été déterminés. Ces mêmes causes influent beaucoup moins sur BK, parce que FIG. 10.

la partie Ba eſt beaucoup plus forte : donc K aura été peu propulſé vers a ; mais B a été propulſé vers a. On voit de-là que BK & Ka augmentent l'un & l'autre. Il en réſulte que la vraie proportion de a & α ſera très-différente de ce qui a été déterminé par la meſure des diſtances, & approchera de ce qui a été déterminé par la meſure des forces.

§. 139. Calcul de cette Expérience.

§. 139. On a $a : \alpha = n : p = 1 : 2 \cdot 26$. Donc $m : q = 1 : 1 \cdot 5$, ou $q = 1 \cdot 5m$. En ſubſtituant, dans la formule du §. 101, on a, faiſant $h = 1$, $ml\left(\begin{matrix} m + 4 \cdot 5m^2g \\ 3m^2 - 4 \cdot 8mg \end{matrix}\right\} - gmy^2\Big)$; &, faiſant $h = 0$, $ml\left(\begin{matrix} m + 4 \cdot 5m^2y + 3my \\ 3m^2 - 4 \cdot 5my - 3y \end{matrix}\right) - 1 \cdot 5myl\left(\begin{matrix} my - 3y \\ 1 \cdot 5 \end{matrix}\right)$. Or, comme il eſt impoſſible que K ait été aſſez propulſé vers a, pour que BK puiſſe réellement être $>$ Ka, il eſt clair que α ſera plus foible que b : donc, à plus forte raiſon, a ſera $< b$: donc B doit être plus petit que Ac, ou m, fractionnaire : or, comme Bk : $ka = 11 \cdot 75$ à $18 = 0 \cdot 6$ à 1, il eſt clair que m ſera $< 0 \cdot 6$. Soit ſeulement $m = \frac{2}{3} = 0 \cdot 67$; cela étant, on aura cB $= \frac{2}{3}$ Ac : donc Ac + cB = Ac + $\frac{2}{3}$ Ac = AB = 21 l. donc Ac = 13 · 2 l. au moins : donc Ak : Ac, ou L : l = 18 : 13 · 2 = 1 : 0 · 72 : donc $y = 0 \cdot 72$ au moins. En ſubſtituant ces valeurs, dans les équations des §§. 101 & 105, on trouve que la direction doit être négative, telle qu'elle l'a réellement été dans cette Expérience, tant que C tomboit dans aB. Or les valeurs, que nous avons ſubſtituées, ſont les moindres poſſibles, & plus m ſera une fraction petite, & plus par conſéquent y ſera grand, plus auſſi la direction négative ſera grande.

§. 140. Dernière Expérience.

§. 140. LXXXV. Expér. Voici enfin une dernière Expérience que j'ai faite le 14 Décembre avec le plus grand ſoin.

J'ai pris un barreau d'acier très-dur, de 4 p. 0 · 6 l. de longueur. Voici ce que j'ai trouvé pour les poles, & au moyen de la limaille pour les diſtances.

$$\left.\begin{array}{l}\text{Pole A} = tang\ 12\tfrac{1}{2} = 222 \\ \text{Pole } a = tang\ 12\tfrac{3}{4} = 226\end{array}\right\} = 1 : 1 \cdot 018.$$

$$Ac = 10 \ldots l. \qquad Bk = 15 \cdot 4\,l.$$
$$cB = 13 \cdot 3\,l. \qquad aK = 9 \cdot 9\,l.$$

Où que ce fût qu'on plaçât le centre de mouvement, cette lame n'eut aucune direction, elle s'arrêtoit par-tout. J'ai répété ceci bien de fois, & le succès a été constant.

On voit d'abord qu'il n'y a pas ici tant de contradictions entre les mesures des distances & celles des forces a & α que dans l'expérience précédente; ce qui doit être, puisque les deux parties AB & Ba sont beaucoup moins inégales en forces. Comme C & K ont été propulsées vers A & a, il est clair que aC est réellement > 10, cB réellement $< 13 \cdot 3$: aK réellement $> 9 \cdot 9$: & KB réellement $< 15 \cdot 4$. D'où il suit que Ac & aK seront à-peu-près égaux ou l à-peu-près $=$ L. Donc y à-peu-près $= 1$, ou du moins peu différent de l'unité : or, comme l'on a, $a = \alpha$ à-peu-près on aura $nb = pb$, donc $n = p$ ou $m = q$, & par conséquent $\lambda = \lambda'$ ou Bc = BK. Ce qui fait voir que la ligne perpendiculaire en B aura été propulsée en B. Or, si l'on substitue $m = 1 = q$ dans les formules des §§. 101 & 105, tous les termes se détruisent, & la direction est par conséquent nulle, comme l'expérience l'a donne aussi. Il est au moins certain, que m, q, y, doivent approcher très-près de l'unité, & qu'ainsi la vertu directrice doit avoir été très-petite, si elle n'a pas été nulle. Or l'équipage que j'ai employé étoit extrêmement mobole. Je mets la lame dans un étui pareil à celui qui sera décrit §. 313. Mais, lorsque C étoit près de A ou de a, on sent bien que j'ai dû employer de très-forts contrepoids, & l'on a vu, ci-dessus, combien ils retardent le mouvement. Il se pourroit donc que ces obstacles eussent empêché cette petite force directrice d'agir en ce cas-là. Quoi qu'il en soit, je me flatte qu'on trouvera que cette expérience est très-conforme aux calculs théoriques que nous avons faits ci-dessus. Examen.

§. 141. Conclusion générale.

§. 141. Je finirai ces recherches sur les Aiguilles à plusieurs poles par cette réflexion. Supposons qu'on ait une Aiguille ordinaire A*a* à deux poles, dont A indique le nord. Si, par quelque cause que ce soit, ce barreau vient à acquérir trois poles, A, B, *a*, deux boréaux A, *a*, un austral B, de façon que *a* prévaille : ce pole *a* se tournera vers le nord, A vers le sud, & on ne manquera pas de dire que la verticité de cette Aiguille est changée, quoique A soit toujours resté boréal.

CHAPITRE VI.

Calcul de la direction que doivent acquérir des Aiguilles linéaires, posées perpendiculairement hors du centre de mouvement.

§. 142. IL NE SERA PAS INUTILE de se rappeller, avant que de commencer cet examen, qu'il faut soigneusement distinguer la situation que l'Aiguille prend, & la *déclinaison* qu'elle indique, ou plutôt qu'elle indiqueroit, si on la comparoit à une Aiguille linéaire parfaite, telle que nous la feignons pour terme de comparaison dans les recherches de ce Chapitre. §. 142. Avertissement.

Supposons que B A soit le méridien magnétique, & *bca* la situation qu'acquiert l'Aiguille *bca* posée à la distance *c*C du centre de mouvement C. Cela posé, la déclinaison n'étant que l'arc compris entre le vrai méridien & le point indiqué par l'Aiguille, il est clair que la déclinaison de l'Aiguille *bca*, sera différente de celle qu'indique l'Aiguille BCA, si l'extrémité *b* ne coïncide pas avec quelque point de la ligne B′ BCA, & que la différence sera égale à l'angle BC*b* : car on a coutume de supposer le centre de cet arc au centre de l'Aiguille : de sorte que si l'on posoit successivement, dans la même boëte, les Aiguilles BCA & *bca* (*fig.* 22), ces deux Aiguilles indiqueroient des déclinaisons différentes si elles s'arrêtoient toutes deux dans le méridien magnétique, l'une, par exemple, en BA, & l'autre en *bca* parallèle à BCA : & l'arc B*b* sera la différence entre ces deux déclinaisons. *Fig.* 18. *Fig.* 22.

Cette remarque, quelque simple qu'elle puisse paroître, sera d'usage dans la suite.

Quand une Aiguille est placée hors du centre de mouvement, je la nomme placée perpendiculairement, si la ligne C*c*′ Définition.

menée du centre de mouvement C au centre magnétique c' tombe perpendiculairement ſur l'Aiguille.

PREMIER CAS; *lorſque les poles ſont égaux en force.*

§. 143. Théorême. *Fig. 22.*

§. 143. Je commencerai par le cas le plus ſimple, celui qui a lieu lorſque le centre de figure coïncide avec le centre magnétique, & par conſéquent lorſque les poles ſont égaux. On a donc en ce cas $a=b : ac'=bc'$: or je dis qu'*une pareille aiguille s'arrêtera dans la direction du méridien magnétique, tout comme ſi le centre de mouvement* C *tomboit dans l'Aiguille même*, c'eſt-à-dire, que $bc'a$ ſera égal à BCA.

Car, comme les forces de toutes les parties qui ſont à égales diſtances du centre du mouvement ſont égales, il eſt clair que l'Aiguille reſtera dans la ſituation ba=BA, ſi les diſtances de chaque particule au centre de mouvement ſont égales, & ſi les angles d'incidence de chacune de ces parties ſont égaux. Or c'eſt effectivement ce qui a lieu. Car $CBb = ACa : bc'=c'a$, & la même choſe a lieu pour toutes les particules p & π, l & λ, ſituées à égales diſtances du centre magnétique c'.

§. 144. Méthode pour connoître la déviation de l'Aiguille.

§. 144. Quelque sûr que ſoit ce raiſonnement, j'ai cependant voulu le confirmer par des expériences, ne fût-ce que pour avoir occaſion de rechercher les cauſes des différences qui pourroient ſe trouver entre la théorie & l'expérience. J'ai commencé, avant tout, par examiner de quelle manière je pourrois déterminer la *déviation* de l'Aiguille au cas qu'elle eût lieu.

Fig. 18, 19, 20, 21, 22.

Les Figures 18, 19, 20, 21, indiquent toutes les ſituations que l'Aiguille peut avoir au cas qu'elle dévie : car elle peut être placée à l'E. ou à l'Oueſt du centre C.

Si nous ſuppoſons, comme dans la figure 22, que l'Aiguille $bc'a$ s'arrête dans le méridien, & ſoit parallèle à BCA, on aura $BCB = bCc' = c'Ca$. Mais, en menant par l'extrémité a & par le centre C la ligne aCy, on a $yCb = Cba + Cab = 2bCc = 2BCb$: donc $yCB = BCb$: donc, ſi ces deux angles ne ſont pas égaux, il y aura *déviation*.

De

De plus $Cc' = tang\ bCc' = tang\ BCb$, en prenant la moitié de la longueur de l'Aiguille pour rayon: donc, si l'angle BCb est plus grand ou plus petit que celui qui a Cc' pour tangente, il y aura sûrement quelque déviation.

On peut aussi connoître la grandeur de la déviation, soit par le calcul en n'ayant qu'une observation, soit directement par deux observations; j'ai fait usage de ces deux méthodes, que je vais expliquer.

§. 145. Les Figures 18, 19, 20, 21, n'ont pas besoin d'explication. On a l'angle de déviation $aQ\lambda = Qb\rho = \pm CbQ \mp Cb\rho = \pm CbQ \mp Bcb = \pm \frac{1}{2} bCy \mp BCb = \pm \left(\frac{bCb + BCy}{2}\right) \mp BCb = \pm \frac{BCy \pm BCb}{2}$. La déviation est donc égale à la moitié de la différence qu'il y a entre les angles que font, avec le méridien magnétique, des lignes tirées de chaque extrémité de l'Aiguille, par le centre de mouvement. Les signes supérieurs ont lieu pour les Figures 18 & 20, & les inférieurs, pour les Figures 19 & 21. Ainsi, selon que l'angle yCB sera plus grand, ou plus petit que BCb, la déviation sera *occidentale* ou *orientale*, si l'Aiguille est posée à l'E. & au contraire, *orientale* ou *occidentale*, si elle est posée à l'Ouest. Voilà la première méthode, quand on a observé les deux angles. §. 145. Première méthode, par deux observations.

§. 146. Si on n'a qu'une seule observation, celle de l'angle $BCb = CbP$, on aura, prenant Cb pour rayon, ... $bc : 1 = tang\ cbC : cC$: donc $tang\ cbC = cC \times bc$: or on a $\pm Cbc \mp CbP = Pbc =$ déviation. §. 146. Seconde méthode, par une observation.

Si on n'a que l'A. Bcy, on aura ....

$$BCy = aCA$$
$$bCc = c'CA, \text{ complément de } c'bC$$

Somme, ... $BCy + bCc = cCA$

Or $\pm cCA \mp 90° = cCQ =$ déviation.

J'ai employé ces deux méthodes, afin de connoître quelle

pouvoit être l'erreur dûe aux observations; car il est évident que si les nombres conclus des trois analogies précédentes, pour déterminer la déviation, ne sont pas les memes, il y a de l'erreur dans les observations.

§. 147. Description de la Machine.

§. 147. Comme il s'agit de déterminer de très-petits angles; & que par conséquent les moindres erreurs d'observation, celles même qu'il est impossible d'éviter, peuvent être ici de grande conséquence, je vais décrire succinctement la machine dont je me sers, & la façon dont je m'y prends pour ces expériences.

Cette machine est imitée de celle dont M. *Teuber* a donné la description à la p. 126 des *Acta Eruditorum Lipsiensia* pour 1685, mais elle est plus simple, & construite très-exactement. C'est une grande boite d'un pied en quarré. Elle est mobile sur un axe de cuivre dans lequel est inséré un stile d'acier fort pointu, sur lequel l'Aiguille est suspendue, & dont la pointe coïncide exactement avec le centre de mouvement. Au-dehors de la boîte, à un pied du centre, on a ajusté un *Nonius* qui indique les minutes, sur un grand cercle d'un pied de rayon divisé exactement. On voit par-là que l'Aiguille & le stile restent immobiles, & que c'est la boîte qu'on tourne pour la mettre au degré requis.

Deux cheveux, bien tendus dans le même plan perpendiculaire, passent exactement par les points 0 & 180, & par le centre de la boîte. Je me sers d'une chape d'agate à laquelle j'applique une latte de bois légère & mince, & exactement divisée en pouces. C'est sur cette latte représentée par C*c*, que j'applique l'Aiguille, en mettant de l'autre côté un contrepoids convenable. Quand l'Aiguille a bien pris sa direction, je tourne la boîte jusqu'à ce que les cheveux paroissent toucher l'extrémité *b*: ces cheveux représentent alors *x*C, & j'ai l'angle *x*CB. Ensuite je tourne de nouveau la boîte jusqu'à ce que les cheveux paroissent toucher l'extrémité *a*: ils représentent alors la ligne *y*C*a*, & j'ai l'angle *y*CB. Cette méthode & cette machine m'ont paru simples. Je sais cependant que ces expériences sont très-délicates. Voyons en effet les causes d'erreur qu'il peut y avoir.

§. 148. 1.° Il faut premièrement que les cheveux paroissent rafer les extrémités *a* & *b* : pour peu qu'ils les *entament*, l'angle est différent de ce qu'il doit être. Or il suffit qu'ils *entament* d'une dixième de partie de ligne une Aiguille de dix pouces, pour qu'il y ait une erreur de deux minutes, si C*c* est d'un pouce. Or plus l'Aiguille est petite, plus l'erreur est grande pour une même *entamure*. Or peut-on se flatter de ne pas commettre quelquefois une dixième de ligne d'erreur ? §. 148. Causes d'erreur.

2.° Il faut que l'Aiguille soit parfaitement perpendiculaire sur la latte. Or, si l'on suppose une Aiguille de dix pouces, 5′ n'occupent qu'un arc de 0. 1 l. sur un cercle dont cette Aiguille est le diamètre. Or peut-on se flatter de ne pas commettre quelquefois une dixième de ligne d'erreur en ajustant l'Aiguille sur la latte ?

3.° On suppose que le méridien magnétique soit bien déterminé : une erreur de deux ou trois minutes dans cette déviation en cause autant sur chaque angle *b*CB, BC*y* : or, comme cette erreur augmente un des angles en diminuant l'autre, elle double la différence, & par conséquent elle causeroit une erreur de 5′ à 6′ sur la *déviation* qu'on établiroit au moyen de la première méthode.

4.° On suppose enfin que l'égalité des poles soit bien déterminée, & ne change pas durant l'expérience : or on a vu, ci-dessus, §§. 48, 50, 51, 53, 56, 57, 63, & on le verra encore mieux dans le Chap. XV, combien la force des Aiguilles est dans un changement continuel.

Je ne parle pas des erreurs qui peuvent profluer du *Nonius* & des divisions du cercle dans la boîte dont j'ai parlé.

En résumant tout ceci, il est clair qu'il n'est guères possible d'éviter des erreurs de 5 à 6′, & que si toutes les erreurs tomboient du même côté, l'erreur totale pourroit être de 10 à 12′.

§. 149. Voici le résultat des expériences, que j'ai faites le 23 Décembre 1773, entre onze heures du matin & une heure. Je §. 149. Préparation aux Exp.

me suis servi d'une Aiguille faite d'un fil d'acier de 9 p. & 9 · 8 l. de longueur, terminée en flèche. Elle pèse sans chape 135 ½ gr. Je l'ai appliquée sur une latte, qui pèse avec sa chape 163 ½ gr. Le poids de tout l'équipage étoit donc de 299 grains.

L'Aiguille seule donna une déclinaison relative de 26°. 16′: détournée de sa direction elle revint au même point. L'Aiguille étant appliquée au centre de la latte, la déclinaison relative étoit de 26°. 15′. J'ai ensuite appliqué l'Aiguille perpendiculairement sur la latte à diverses distances, en appliquant de l'autre côté un contrepoids convenable.

§. 150. Premières Expériences.

§. 150. LXXXV. Expér. L'Aiguille a été posée à 1 p. à l'E.; contrepoids, 60 gr. j'ai trouvé......................

*b*CB =	11° 29′	C*bc*, calculé,	11° 31′	*cCa*, calculé,	78° 29′
*y*CB =	11 25	*bc*B, observé,	11 29	*y*CB, observé,	11 25
Différence,	4′	Déviation,	2′ O.		89° 54′
Déviation,	2′ E.			Déviation,	6′ E.

Il y a donc des erreurs dans les observations, puisque ces trois nombres sont inégaux: la façon dont je m'y suis pris ce jour-là, doit m'avoir donné moins de précision sur l'angle *y*C*b*.

LXXXVI. Expér. L'Aiguille a été placée à la même distance, à l'O.: j'ai observé les mêmes nombres. *N. B.* Dans cette expérience, j'ai ôté de la chape la latte à laquelle l'Aiguille est restée attachée, & je l'ai mise sans-dessus-dessous, par-là l'Aiguille se trouvoit à l'O.; mais il en résulte que l'erreur, qui pouvoit avoir lieu dans la perpendicularité de l'Aiguille, est la même que dans le cas précédent.

§. 151. Troisième Expér.

§. 151. LXXXVII. Expér. L'Aiguille a été posée à la distance de deux pouces à l'ouest; j'ai observé, ...

*b*CB =	22° 4′	C*bc*, calculé,	22° 10′	*cCa*, calculé,	60° 5′
*y*CB =	22 26	*b*CB, observé,	22 4	*y*CB, observé,	22 26′
Différence,	22′	Déviation,	6′ E.		90° 16′
Déviation,	11′ E.			Déviation,	16′ E.

Il est clair qu'il y a de très-grandes erreurs dans cette expé-

rience, & qu'elle eſt mauvaiſe : ce qui ne m'étonne pas, car c'eſt la première de toutes celles que j'ai faites, & j'étois bien loin de ſavoir alors combien ces expériences exigent de ſoins. Je n'ai cependant pas voulu paſſer celle-ci ſous ſilence : je me ſuis fait une loi de n'en taire aucune, quelqu'en ſoit le ſuccès, fût-il entièrement oppoſé à la théorie.

§. 152. LXXXVIII. EXPÉR. Les Expériences ſuivantes, ſont du 24 Décembre; au matin, l'Aiguille fut placée à 1 p. du centre à l'E.; contrepoids de 70 grains. §. 152. Quatrième Expér.

$BCb = 11° 30'$	Cbc, calculé, $11° 31'$	cCa, calculé, $78° 29'$
$yCB = 11\ 31$	BCb .... $11\ 30$	yCB, obſervé, $11\ 31'$
Différence, $1'$	Déviation, $1'$O.	$90°$.
Déviation, $\frac{1}{2}'$O.		

Comparez la 85.ᵉ Expérience, §. 150.

§. 153. LXXXIX. EXPÉR. L'Aiguille a été placée à 3 p. à l'E.; contrepoids, 80 grains. §. 153. Cinquième & ſixième Expér.

bCB, obſervé, $31° 27'$	Cbc, calculé, $31° 26'$	cCa, calculé, $58° 34'$
yCB .... $30\ 14$	BCb .... $31\ 27$	yCB, obſervé, $31\ 14$
Différence, $13'$	Déviation, $1'$ E	$89° 48'$
Déviation, $6\frac{1}{2}'$ E		Déviation, $12'$ E

XC. EXPÉR. L'Aiguille fut placée à l'O.

$bCB = 31° 30'$	$CbC = 31° 26'$	$cCA = 58° 34'$
$yCB = 31\ 23$	$bcB = 31\ 30$	$yCB = 31\ 23$
Différence, $7'$	Déviation, $4'$ O.	$89° 57'$
Déviation, $3\frac{1}{2}'$E.		Déviation, $37'$.

§. 154. De toutes ces expériences il n'y en a qu'une ſeule, la 88.ᵉ §. 152, qui ne donne aucune déviation : mais il eſt évident qu'il y a des erreurs d'obſervation dans les autres. En rejettant la 87.ᵉ expérience, il n'y en a aucune qui puiſſe ſe concilier avec la théorie, en ſuppoſant des erreurs au-deſſous de celles dont nous avons parlé §. 148. Suppoſons qu'on ait commis, ſur la perpendicularité de l'Aiguille, une erreur de 10', §. 154. Examen de ces Expér.

on aura, ...

Suppoſant $Ccb = 90^o\ 10'$		Suppoſant $Ccb = 89^o\ 50'$.	
$Cc = 1$ p.	$Cbc = 11\ \ 31$	$Cc = 1$ p.	$Cbc = 11\ \ 32$
	$cCa = 78\ \ 38$		$cCa = 78\ \ 19$
$Cc = 2$ p.	$Cbc = 22\ \ \ 9$	$Cc = 2$ p.	$Cbc = 22\ \ 11$
	$cCc = 67\ \ 59$		$cCa = 67\ \ 41$
$Cc = 3$ p.	$Cbc = 31\ \ 22$	$Cc = 3$ p.	$Cbc = 31\ \ 29$
	$cCa = 58\ \ 41$		$cCa = 58\ \ 28$

Or on n'a aucune déviation ſi on ſuppoſe dans l'expérience 85, §. 150, une erreur de 2′ ſur *b*CB en défaut, & de 6′ ſur *yc*B en défaut, ce qui eſt très-probable par la raiſon alléguée.

Si on ſuppoſe une erreur de 10′ ſur la perpendicularité dans l'expérience 87, de façon que $CcB = 40^o\ 16'$, & de plus 5′ en excès ſur *b*CB, & 8 en défaut ſur YCB, on n'aura pas de déviation.

Enfin il n'y a qu'à ſuppoſer, dans l'expérience 89, une erreur de 4′ en excès ſur *b*CB, & de 3′ en défaut ſur *y*CB.

On voit par-là, que ces erreurs ne montent qu'à celles qu'il eſt poſſible de commettre dans les obſervations. D'ailleurs je me ſuis ſervi, dans ces premières expériences, d'une façon moins parfaite pour m'aſſurer de la perpendicularité de l'Aiguille, en y appliquant une équerre, ce qui ſuppoſe que l'Aiguille ſoit parfaitement cylindrique. J'ai employé enſuite une méthode plus parfaite. J'ai tracé ſur un carton deux lignes à angles droits, auſſi exactement qu'il m'étoit poſſible. J'ai mis la latte ſur une d'elles, & j'ai pris ſoin que les deux extrémités de l'Aiguille fuſſent exactement ſur l'autre ligne perpendiculaire. Je doute cependant avoir pu éviter une erreur de 3 à 4′. Voici les expériences que j'ai faites en conſéquence de cette méthode le 27 Décembre 1773.

§. 155. XCI. Expér. L'Aiguille a été miſe à un pouce de diſtance à l'E. on a trouvé, ... §. 155. Secondes Expériences. Première Expér.

BC*b* = 11° 30′	C*bc*, calculé, 11° 31′	*c*C*a* = 78° 29′
*y*CB = 11 30	BC*b* 11 30	*y*CB = 11 30
	Déviation, 1′ O.	89° 59′
		Déviation, 1′ E.

Il eſt clair qu'il n'y a qu'une erreur de 1′ ſur chaque angle; erreur inévitable.

L'Aiguille ayant été miſe à l'O. on a trouvé les mêmes quantités.

§. 156. XCII. Expér. L'Aiguille a été miſe à 2 p. à l'E. on a trouvé .... §. 156. Seconde, troiſième, quatrième & cinquième Exp.

BC*b* = 22° 13′	C*bc* = 22° 10′	*c*C*a* = 67° 50′
*y*CB = 22 13	BC*b* = 22 13	*y*CB = 22 13
	Déviation, 3′ E.	Déviation, 3′ O.

Il eſt clair qu'il y a une erreur de 3′ ſur chaque angle.

On répéta encore la même expérience, après avoir fait les deux ſuivantes.

XCIII. Expér. ....

BC*b* = 22° 5′	C*bc* = 22° 10′	*c*C*a* = 67° 50′
*y*CB = 22 12	BC*b* = 22 5	*y*CB = 22 12
Déviation, 3½ E.	Déviation, 5′ O.	Déviation, 2′ O.

Il y a donc une erreur de 2′ ſur l'A *y*CB, & de 5′ ſur BC*b*.

XCIV. Expér. L'Aiguille fut miſe à 2 p. à l'oueſt; on trouva,

BC*b* = 22° 10′	C*bc* = 22° 10′	*c*C*a* = 67° 50′
*y*CB = 22 13	BC*b* = 22 13	*y*CB = 22 15
Déviation, 1½ E.		Déviation, 3′ O.

Il n'y a qu'une erreur de 3′ ſur le ſeul angle *y*CB.

XCV. Expér. On répéta la même expérience, après avoir ôté & remis l'Aiguille : on trouva BC*b* = 22°. 9. Y*c*B = 22. 12 : donc erreur de 1′ ſur BC*b*, & de 2′ ſur YCB.

§. 157. Sixième, feptième & huitième Expér.

§. 157. XCVI. Expér. On a pofé l'Aiguille à 3 p. à l'E. on a trouvé . . . .

BC*b* = 31° 29′	*Cbc* = 31° 26′	*c*CA = 58° 34′
*y*CB = 31 24	B*cb* = 31 29	*y*CB = 31 24
Déviation, $2\frac{1}{2}$′ E.	Déviation, 3′ E.	Déviation, 2′ E.

Donc erreur de 2′ fur *y*CB, & de 3′ fur BC*b*.

XCVII. Expér. On pofa l'Aiguille de nouveau, à 3 p. E. on trouva . . . .

BC*b* = 31° 30′	*Cbc* = 31° 26′	*c*CA = 58° 34′
*y*CB = 31 26	BC*b* = 31 30	*y*CB = 31 26
Déviation, 2′ E.	Déviation, 4′ E.	

Donc erreur de 4′ fur le feul angle BC*b*.

XCVIII. Expér. Enfin on pofa l'Aiguille à l'O. on trouva,

BC*b* = 31° 27′	*Cbc* = 30° 26′	*c*CA = 58° 34′
*y*CB = 31 23	B*cb* = 31 27	*y*CB = 31 13
Déviation, 2′ E.	Déviation, 1′ E.	Déviation, 3′ E.

Donc une erreur de 1′ fur *b*CB, & de 3′ fur *y*CB.

§. 158. Conféquence.

§. 158. Il fuit bien clairement de ces expériences, que les petites déviations qu'il y a, font uniquement dûes aux erreurs inévitables dans les obfervations de ce genre, & que la plus confidérable ne monte qu'à 5′ : ce qui eft bien difficile d'éviter. Ces expériences prouvent donc, autant qu'on le peut defirer, la théorie que nous avons établie §. 143.

§. 159. Nouvelles Expér.

§. 159. Quoique les expériences précédentes me paruffent devoir fuffire, j'en ai cependant encore fait deux le 18 Décembre 1775, parce que j'avois en même-tems un autre but, comme on le verra Chap. VIII, §. 196, *feq.*

XCIX. Expér. Je me fuis fervi de ma lame, n.° 1, qui a 6·875 p. de longueur, & pèfe 188 grains. Ce jour-là, les

forces

forces de la lame ont été, ...

$$\text{A 5 p. 10 l.}\quad \left.\begin{array}{l}\text{Pole N} = tang\ 27^\circ\ 45' = 5261 \\ \text{Pole S} = tang\ 28^\circ\ \ 7' = 5343\end{array}\right\} = 1 : 1.016.$$

C. EXPÉR. $\text{A 7 p. 5.7 l.}\quad \left.\begin{array}{l}\text{Pole N} = tang\ 15^\circ\ 30' = 2773 \\ \text{Pole S} = tang\ 15^\circ\ 30' = 2773\end{array}\right\} = 1 : 1.$

$$= 1 : 1.008.$$

Cette différence est si petite, que j'ai cru pouvoir supposer les poles égaux.

J'ai toujours appliqué la lame sur la latte décrite §. 149.

§. 160. CI. EXPÉR. J'ai mis la lame à la distance de 1 · 146 p. du centre de mouvement; de façon que $Cc = \frac{1}{3} bc = \frac{1}{3} ac$; contrepoids, 60 grains. En employant tous les soins possibles, j'ai trouvé .... §. 160. Deux Expér.

$bCB = 18^\circ\ 26'$	Cbc, calculé, $18^\circ\ 26'$	$4cCA = 71^\circ\ 34'$
$yCB = 18\ \ 27$	bCB, observé, $18\ \ 26$	$yCB = 18\ \ 27$
Déviation, $\frac{1}{2}'$ E.		Déviation, $1'$

Il est clair qu'il n'y a qu'une minute d'erreur sur yCB.

CII. EXPÉR. J'ai mis la lame à $2 \cdot 292$ p. de façon que $Cc = \frac{2}{3} bc$; contrepoids, 120 gr. j'ai trouvé................

$BCb = 33^\circ\ 43'$	$Cbc = 33^\circ\ 42'$	$cCa = 56^\circ\ 18'$
$yCB = 33\ \ 35$	$bCB = 33\ \ 43$	$yCB = 33\ \ 39$
Déviation, $2'$	Déviation, $1'$	Déviation, $3'$

Il est clair qu'il n'y a qu'une erreur de $1'$ sur BCb, & de $3'$ sur yCB; erreurs presque inévitables.

Nous nous croyons donc autorisés à conclure, même de ces expériences, & indépendamment de la théorie, qu'une Aiguille dont les poles sont égaux, posée hors du centre de mouvement, « s'arrête dans la direction du méridien magnétique, lorsque la » ligne menée du centre de mouvement au centre magnéti- » que tombe perpendiculairement sur l'Aiguille. » Conclusion.

SECOND CAS : *Examen de ce qui a lieu lorsque les forces des poles sont inégales.*

§. 161. Formule générale. §. 161. Ce cas mérite particulièrement notre attention, parce que la plupart des Aiguilles ont des poles inégaux. Je commencerai par faire voir ce qui doit avoir lieu en ce cas.

FIG. 23. Les forces de chaque particule étant comme les sinus d'incidence (§. 19), la distance au centre de mouvement (§. 30), & la force propre, ou la distance au centre magnétique (§. 31*), on aura, pour la Fig. 23, cette formule, T étant le centre magnétique . . . .

$$\frac{b}{bT}(bT \times bC \times \sin BCb + gT \times gC \times \sin BCg + fC \times fT \times \sin BCf + \&c.\ \&c.) =$$
$$\frac{a}{aT}(aT \times aC \times \sin ACa + \gamma T \times \gamma C \times \sin AC\gamma + \varphi C \times \varphi T \times \sin AC\varphi + \&c.).$$

Tirant bB, gG, Ff, &c. & aA, $\gamma\Gamma$, $\varphi\varphi'$, hH, &c. perpendiculaires sur la ligne BCA, qui est le méridien magnétique, on aura $\sin BCb = \frac{bB}{bC}$, $\sin gCB = \frac{Gg}{Cg}$, &c. Donc $bT \times bC \times \sin BCb = bT \times Bb$; & ainsi pour tous les autres points.

Je mene ensuite, par le centre C, $x'Ca'$ parallèle à l'Aiguille ba; &, des points B, G, F, E, &c. A, Γ, φ', H, &c. Je tire $x'Bx$, $w'Gw$, $u'Fu$, &c. &c. $Aa'a$, $\Gamma w'w$, $\varphi'u'u$, &c. perpendiculaires sur $x'A$ & xa, & l'on a $Bb = \frac{Bx}{\sin Bbx}$: $Gg = \frac{Gw}{\sin Ggw}$; & ainsi pour tous les autres points. Or tous les angles Bbx, Ggw, Ffu, &c. sont égaux : ces sinus forment donc un facteur commun, dans les deux membres de l'equation, & on les peut omettre ; substituant, pour les autres termes, les valeurs que nous venons d'indiquer, on aura . . . .

$$\frac{b}{bT}(bT \cdot Bx + gT \cdot Gw + fT \times Fu + \&c.\ \&c.) = \ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$\frac{a}{aT}(aT \times Ax + \gamma T \cdot \Gamma w + \varphi T \times \varphi' u + \&c.).$$

§. 162. Première transformation de la formule. §. 162. Soit $x'CB = ACa = z =$ angle de déviation, on aura $z = CbT - BCb = CaT - ACa$; on a . . . .

$$\left\{\begin{array}{l} Bx = x'x - x'B = CT - x'B \\ Gw = \qquad\qquad\quad CT - w'G \\ uF = \qquad\qquad\quad CT - Fu' \end{array}\right\}, \&c.\ \& \left\{\begin{array}{l} Ax = CT + Aa \\ \Gamma w = CT + \Gamma w' \\ \varphi u = CT + \varphi' u' \end{array}\right\}, \&c.$$

Mais $x'B = x'C \cdot tang\, z = xT \cdot tang\, z$, $w'G = w'C\, tang\, z$, & ainſi de ſuite pour tous les autres points.

La formule du §. 161 revient donc à celle-ci, ...
$\frac{b}{bT} \times CT\, (bT + gT + fT + \&c.\, \&c.) -$ ....
$\frac{b \cdot tang\, z}{bT} (bT \cdot xT + gT \cdot wT + fT \cdot uT + \&c.\, \&c.) =$ ....
$\frac{a}{aT} \times CT (aT + \gamma T + \varphi T + \&c.) +$ ....
$\frac{a \cdot tang\, z}{aT} (aT \cdot xT + \gamma T \cdot wT + \varphi T \cdot uT + \&c.\, \&c.)$. Or on a $xT = bT + xb$, $wT = gT + wg$, $uT = fT + uf$, &c. &c. $xT = aT - ax$, $wT = \gamma T - w\gamma$, $uT = \varphi T - u\varphi$, &c. &c. ſubſtituant ces valeurs, on aura $\frac{b \cdot CT}{bT} (bT + gT + fT, \&c.) - \frac{b \cdot tang\, z}{bT} \left((bT)^2 + (gT)^2 + (fT)^2 + \&c.\right) - \frac{b \cdot tang\, z}{bT} (xb + wg + uf + \&c.) = \frac{a \cdot CT}{aT} (aT + \gamma T + \varphi T, \&c.) - \frac{a \cdot tang\, z}{aT} \left((aT)^2 + (\gamma T)^2 + (\varphi T)^2, \&c.\right) - \frac{a \cdot tang\, z}{aT} (xa + w\gamma + u\varphi + \&c.)$.

Soit $bT = l$, $aT = \lambda$, $bg = gF = r$, on aura ....
$\frac{b \cdot CT}{l} (l + l - r \cdot + l - 2r \cdot + \&c.) - \frac{b \cdot tang\, z}{l} (l^2 + (l - r)^2 \cdot + (l - 2r)^2 \cdot \&c.) - \frac{b \cdot tang\, z}{l} (xb + wg + uf + \&c.) = \frac{a \cdot CT}{\lambda} (\lambda + \lambda - r \cdot + \lambda - 2r + \&c.) \frac{a \cdot tang\, z}{\lambda} (\lambda^2 + (\lambda - r)^2 + (\lambda - 2r)^2 + \&c.) - \frac{a \cdot tang\, z}{\lambda} (xa + w\gamma + u\varphi, \&c.)$.

§. 163. Ces deux ſéries ſont ſommables; car il eſt évident qu'en prenant $r = 1$, & faiſant l & λ infiniment grands, par rapport à cette unité qu'on emploie, les deux premières ſéries de chaque membre de l'équation, ne ſont que les ſommes des nombres naturels, & des quarrés de ces nombres, juſqu'à l'infini, repréſenté par l & λ; on aura donc, pour ces ſommes, $\frac{l^2}{2}$ & $\frac{l^3}{3}$: $\frac{\lambda^2}{2}$ & $\frac{\lambda^3}{3}$.

§. 163. Seconde transformation.

Pour le dernier terme de chaque membre, il faut conſidérer que, quoique xb, wg, uf, &c. &c. ſoient inégaux, la différence eſt inſenſible ici: pour le prouver, il n'y a qu'à faire attention que la déviation eſt ordinairement très-petite. Suppoſons même qu'elle ſoit de 2°, on aura $zCT = 88°$, ſuppoſant que CB & Cx coïncident en z: donc, prenant CT pour rayon, on aura $Tz = tang\, 88° = 28 \cdot 6$. Soit le bras Tb de l'Aiguille $= 4$ p.

on a bCT = A. *tang* 4 = 75° 58′. Donc CbT = 14° 2′, BCb = 12° 2′, Bb = *ſin* 12° 2′, BC = *coſ* 12° 2′, pour le rayon bC, ou bB = 0·8574, bC = 4·0339. On aura donc bx = Bb *ſin* xBb = Bb *ſin* x'CB = lB *ſin* 2°. On trouve donc bx = 0·0299. Suppoſant mT $= \frac{1}{2}$ p. $= \frac{1}{2}$ CT, on trouve mCT = 26° 34′ & CmT = 63° 26′. Donc BCm = 61° 26′, de l'A. cMm = 1·0363 : Pm = Mm *ſin* PMm = Mm *ſin* 2° = 0·031. La différence entre bx & Pm, qui, dans notre cas, ſont les valeurs extrêmes, eſt donc très-petite, & elle le ſera d'autant plus que CT ſera plus grand, & l'angle x'CB plus petit.

On peut donc, ſans erreur ſenſible, ſuppoſer ces quantités égales. Or il y a autant de lignes xb, wg, qu'on conſidère de points x, g, f, dans les bras bT & aT; leur nombre ſera donc l, λ, & leur ſomme $xb \cdot l$ = B$x \cdot l \times$ *tang* z = $l \cdot$ CT $\cdot$ *tang* z; car Bx & CT different très-peu; ou $= \lambda \cdot$ CT $\cdot$ *tang* z. On aura donc, faiſant bT $= l$, aT $= \lambda$, ...
$\frac{b.l.CT}{2} - \frac{b.l^2}{3} \cdot tang\, z - b \cdot CT\,(tang\, z)^2 =$ . . . .
$\frac{a.\lambda.TC}{2} + \frac{a.\lambda^2.tang\, z}{3} - a \cdot CT \cdot (tang\, z)^2$.

§. 164. Troiſième transformation.

§. 164. I. Soit $b = na$, $x = ml$, §. 41, on aura . . . .
$\frac{n.CT.l}{2} - \frac{nl^2.tang\, z}{3} - n.CT.(tang\, z)^2 =$ . . . .
$\frac{mlTC}{2} + \frac{m^2l^2\, tang\, z}{3} - CT\,(tang\, z)^2$. Donc $\frac{l\,CT}{2}(n-m) =$ . . .
$\frac{l^2}{3}\, tang\, z\,(m^2+n) + (n-1) \cdot CT\,(tang\, z)^2$

Soit $\frac{(n-m).l}{2} \cdot CT = r$, $\frac{l^2}{3}(m^2+n) = \frac{2m^2l^2}{3} = p$, $CT(n-1) = q$, on aura $q \cdot (tang\, z)^2 + tang\, z = r$, ou $tang\, z = -\frac{p}{2q} \pm \sqrt{(\frac{r}{q} \pm \frac{p^2}{4q^2})}$; ou enfin $tang\, z = -\frac{m^2l^2}{3.n-1.CT} \pm \sqrt{\left(\frac{ml}{2(w+1)} + \left(\frac{m^2l^2}{3.n-1.CT}\right)^2\right)}$.

II. Comme on a en général $\sqrt{(a+b^2)} =$ . . . .
$b + \frac{1}{2}\left(\frac{a}{b}\right) - \frac{1}{8b}\left(\frac{a}{b}\right)^2 + \frac{1}{16b^2}\left(\frac{a}{b}\right)^3 -$ &c. & que cette quantité ſe réduit à $b + \frac{1}{2} \times \frac{a}{b}$, dès que les termes, à compter du troiſième, ſont des fractions très-petites, il eſt clair qu'on aura, dans ce cas-là, pour valeur approchée de *tang* z, $tang\, z = \frac{3CT.(n-m)}{2l(m^2+n)} = \frac{3CT\,(m-1)}{4ml}$, puiſque $\frac{a}{b} = \frac{3CT\,(m-1)}{2ml}$, & $b = \frac{m^2l^2}{3.(m-1).CT}$.

Cette équation eſt ſimple, commode, & exacte tant que $\frac{a}{b}$ eſt petit comme cela a lieu ordinairement. On peut encore remarquer, que la quantité q, ſur la vraie valeur de laquelle il pourroit y avoir quelqu'incertitude, n'entre pas dans cette formule.

§. 165. Paſſons à quelques corollaires. Soit qu'on prenne la formule I, ou la formule II du §. précédent, il eſt clair que la déviation ſera nulle dès que m ſera $= 1$, ou lorſque les poles ſont égaux; ce qui coïncide avec ce qui a été démontré, ci-deſſus, §. 144.

Il ſuit, 2.° de la première de ces formules, que la déviation eſt nulle, dès que $l = \infty$; car, en ce cas, $\sqrt{\left(\frac{ml}{2(m+1)} + \left(\frac{m^2 l^2}{3 \cdot \overline{n-1} \cdot CT}\right)^2\right)}$ devient $\sqrt{\left(\left(\frac{m^2 l^2}{3CT \cdot (n-1)}\right)^2\right)} = \frac{m^2 l^2}{3 \cdot \overline{n-1} \cdot CT}$: donc $tang\, z = 0$. Mais cette déviation ſera nulle auſſi, lorſque $l = 0$; car alors $\frac{m^2 l^2}{3 \cdot (n-1) \cdot CT}$, & $\left(\frac{m^2 l^2}{3 \cdot (n-1) \cdot CT}\right)^2$, diſparoiſſent, en comparaiſon de $\frac{ml}{2(m+1)}$, qui eſt lui-même infiniment petit. D'où il réſulte, qu'il y a un *maximum* entre ces deux valeurs; c'eſt-à-dire, que la déviation augmente d'autant plus, que l'Aiguille eſt plus courte, juſqu'à un certain point, au-delà duquel elle diminue de rechef. Nous parlerons de ce *maximum* dans la ſuite. §. 165. Corollaires.

§. 166. Quoique ces corollaires ſoient évidens, & que la formule elle-même ſoit déduite de principes très-certains, elle mène cependant à une conſéquence abſurde. Suppoſons CT $= \infty$, on aura, ſelon la première formule, $tang\, z = \sqrt{\left(\frac{ml}{2(m+1)}\right)}$. La déviation ſera donc, en ce cas, finie. Or il paroît, par cette même formule, que la déviation augmente, lorſque CT augmente. Cette valeur $\sqrt{\left(\frac{ml}{2(m+1)}\right)}$ feroit donc un *maximum* ou un *minimum*. Elle n'eſt pas un *maximum*; car, en ce cas, on n'auroit, pour aucune valeur finie de CT, la déviation $= \sqrt{\left(\frac{ml}{2(m+1)}\right)}$; ce qui n'eſt pas: par exemple, ſi $l = 3 \cdot 1995$; $m = 1 \cdot 14$, comme cela a lieu dans nos expériences, on trouvera, pour CT $= 2 \cdot 47$, une valeur à-peu-près égale à $\sqrt{\left(\frac{ml}{2(m+1)}\right)}$; &, §. 166. Contradiction.

pour de plus grandes valeurs de CT, on trouve une déviation plus grande.

Ce ne ſauroit être un *minimum*; car on peut prouver que la *déviation* doit être *nulle*, dans le cas de $CT = \infty$, que nous examinons. Reprenons, pour cet effet, la formule du §. 161. $\frac{b}{bT}(bT \cdot bC \cdot \sin BCb + gT \cdot gC \cdot \sin BCg + \&c.) = \ldots\ldots\ldots \frac{a}{gT}(aT \cdot aC \cdot \sin ACa + \gamma T \cdot \gamma C \cdot \sin AC\gamma, \&c.)$. Or, puiſque CT eſt infini, par rapport à *b*T, il eſt clair que les angles *b*CT & TC*a* ſont infiniment petits: les angles BC*b*, BC*g*, ne diffèrent donc entr'eux que de quantités infiniment petites, de même que les angles AC*a*, ACγ, &c. ils ſont donc égaux, & l'on aura $\frac{b}{bT} \sin BCb\,(bT \cdot bC + gT \cdot gC + \&c.) = \ldots\ldots\ldots \frac{a}{aT} \times \sin ACa\,(aT + aC + \gamma T \cdot \gamma C + \&c.)$. Mais $bC = \ldots\ldots \frac{bT}{\cos CbT}$: $C = \frac{gT}{\cos gbT}$, &c. &c. & les angles C*b*T, *gb*T, ſont ſenſiblement égaux; donc on a $\frac{b}{bT} \times \frac{\sin BCb}{\cos CbT}((bT)^2 + (gT)^2 + \&c.) = \frac{a}{aT} \cdot \frac{\sin ACa}{\cos CaT}((aT)^2 + (\gamma T)^2 + \&c.)$; &, à cauſe que C*b*T & C*a*T ſont ſenſiblement égaux, on aura $\frac{b}{l} \times \frac{l^2}{3} \sin BCb = \frac{a}{\lambda} \times \frac{\lambda^2}{3} \sin ACa$; ou, à cauſe de $m = n^2$, on aura $bl^2 = nl^2a = m^2al^2 = a\lambda^2$; donc $\sin BCb = \sin aCA$, ou $BCb = aCA$. Soit $CbT = b$, $aCT = o$, on aura $BCb = b \pm z$, $AC\iota = a \mp z$: donc $b \pm z = a \mp z$; mais $b = a$: donc $z = o$, ou la déviation ſera nulle.

J'ai dit que *b* & *a* ſont égaux : & cela eſt clair, puiſque *b*CT & *c*CT ſont infiniment petits. Soit, par exemple, $bT = 1$. $CT = 3437$, ce qui eſt bien loin de l'infini, on aura $b = 89^{\circ} \cdot 59'$. Soit $aT = 2$, donc $CT \cdot aT = 1 \cdot 719$: & $a = 89 \cdot 58$: ce qui ne diffère que d'une minute de *b*. Or en ce cas *m* ſeroit $= 2$: donc $n = 4$, & l'on peut douter qu'il y ait des Aiguilles où la différence entre les forces des poles ſoit auſſi conſidérable.

La formule que nous examinons, donne, en ſuppoſant 3437 indéfiniment grand, par rapport à 1, $tang\, z = \sqrt{\left(\frac{m l}{2(m+1)}\right)} = \sqrt{\frac{1}{2}} = 0 \cdot 575 = tang\, 20^{\circ} + 36'$ pour la déviation.

§. 167. Raiſon de cette contradiction.

§. 167. Voici quelle me paroît être la raiſon de cette contradiction. On ſuppoſe dans la formule que les angles d'incidence

de chaque point sont inégaux, & que leurs sinus & tangentes ont un rapport fini avec CT : ensuite ces sinus & tangentes ont été éliminés de la formule par une suite de transformations qu'on lui a fait subir, & la seule quantité CT y est restée. Il n'est donc pas étonnant que les conclusions qu'on tire d'une hypothèse directement opposée aux principes dont la formule a été déduite, savoir, de l'hypothèse de $CT=\infty$, soient contradictoires. Cette contradiction est donc particulière à ce cas, & à celui du Chapitre suivant, & ne porte aucune atteinte à la vérité des principes établis dans le Chapitre 2 & les quatre suivans, parce que là l'égalité des angles d'incidence est une suite nécessaire de la supposition qu'on y a faite, que le centre de l'Aiguille passe par l'Aiguille ou par son prolongement. Or, comme dans ce cas-là il n'y a pas de déviation uniquement parce que les angles d'incidence sont égaux, il est clair, par cette seule raison, que la même chose doit avoir lieu ici, où ces angles sont aussi égaux.

Il suit de-là, que la distance CT est un élément qui doit nécessairement entrer dans le calcul, puisqu'il y a des cas où il modifie la formule tirée des autres élémens. Il y doit entrer, parce qu'il sert à constituer un *maximum* dans la déviation, & qu'on ne sauroit trouver ce *maximum* vrai sans cela; puisque la déviation est nulle quand $CT=0$: qu'elle croît ensuite, & qu'elle devient de nouveau nulle quand $CT=\infty$. Or la formule s'éloigne de la vérité dans ce dernier cas. Conséquence.

§. 168. Il faut donc modifier la formule par quelque fonction de CT, telle que *tang* z soit $=0$ quand $CT=\infty$. J'avoue ici que je n'ai pu trouver *à priori* quelle doit être cette fonction, & que par-là mon travail est à cet égard *très-imparfait*. J'aurois pu pallier cette imperfection, en ne rapportant que les Expériences qui sont à-peu-près conformes à cette théorie, comme cela a lieu quand n est petit. Mais il est du devoir du Physicien de tout rapporter, même ce qui contredit ses théories. J'avouerai donc encore que les Expériences qui vont §. 168. Correction de la formule.

ſuivre, ont été faites, avant que j'euſſe rien trouvé de toutes ces formules : qu'enſuite la conſidération du peu d'accord que je trouvois entre la formule citée & les Expériences, pour le cas de $n = 1 \cdot 3$, m'a porté à conſidérer cette formule plus attentivement, ce qui m'a fait tomber ſur les conſidérations qu'on vient de lire. Je dirai enfin qu'ayant remarqué que les angles z obſervés s'accordoient dans leurs proportions avec ce que la formule exige, & ne différoient qu'en grandeur, j'ai tâché de trouver une formule, qui ſatisfit d'abord pour la forme à ce que les conſidérations précédentes exigent. J'ai trouvé qu'il ſuffiſoit, pour cela, de multiplier la formule par $\frac{1}{\pm xl \mp y.(CT)^2}$. J'ai enſuite appliqué cette formule, corrigée à une de mes Expériences, pour déterminer les coéficiens y & x, & j'ai vu que cette même formule répondoit aſſez exactement à toutes les autres Expériences. Je n'affirmerai cependant pas qu'elle réponde à toutes celles qu'on pourra faire ; mais elle ſatisfait à toutes celles que j'ai faites. Cette formule ſera donc celle-ci, en me ſervant de la ſeconde du §. 164, ...

$tang\, z = \frac{3CT(m-1)}{4ml(\pm 2l \mp \frac{2(CT)^2.(l-8)}{\sigma.(n-m)})}$; de façon que je prends $+y \cdot CT^2 - xl$, ſi $y(CT)^2 > l$; &, ſans cela, $xl - y \cdot (CT)^2$.

§. 169. Préparation aux Expér.

§. 169. Je vais donc rapporter les Expériences que j'ai faites avec tout le ſoin poſſible : mais on ſe rappellera ce que j'ai dit ci-deſſus, §. 148, de la difficulté de ces Expériences, & combien il eſt difficile de s'aſſurer d'une préciſion de quatre à cinq minutes : combien donc ne le ſera-t-il pas à plus forte raiſon de faire accorder la théorie avec l'Expérience à quatre ou cinq minutes près ? ſur-tout puiſque la déviation elle-même n'eſt que d'un petit nombre de minutes. Ne devroit-on donc pas être ſatisfait, ſi la théorie ne diffère que de 5′ à 6′ de l'Expérience ?

Méthodes pour connoître la déviation

Mais, avant que de donner le réſultat de ces Expériences, il faudra dire comment je m'y ſuis pris pour connoître la déviation. Je me ſuis ſervi de trois méthodes dont les réſultats

doivent

doivent s'accorder si l'Expérience est exacte, & qui serviront par conséquent à rectifier l'Expérience même, indépendamment de toute hypothèse théorique.

Les deux premières méthodes consistent à soustraire les angles bCB & ycB observés des angles bCT, aCT calculer, comme il a été dit §. 146. La troisième consiste à trouver la déviation par les combinaisons des deux angles observés comme il a été dit §. 145.

La déviation est $= aQR$. On démontre, comme dans le §. 145, que $aQR = \pm CbQ \mp BCb$: on démontre de même que $aQR = \mp CaQ \pm yCB$. Donc .... $2aQR = \pm yCB \mp BCb \pm CbR \mp CaQ$: je prolonge ba, & je fais $CB = bC$; je tire BC, & l'on a $CBQ = CbQ$: donc .... $\pm CbQ \mp CaQ = \pm CBQ \mp CaQ = \mp BCa$. Or .... $BCa = BCc - cCa = (bCc - cCa)$: donc .... *Fig. 24.*

$$aQR = \pm \frac{yCB \mp BCb \mp (bCc - CcA)}{2}$$; ou, ce qui revient au même,

$$aQR = \pm \frac{yCB \mp BCb \mp (Cbc - Cab)}{2}$$; car on a aussi.........

$BCa = Cbc - Cab$. Donc *la déviation est égale à la moitié des angles observés* ($^{\text{moins}}_{\text{plus}}$) *la moitié de la différence des angles sur la base.*

§. 170. Voici les Expériences que j'ai faites, le 17 Janvier 1776, avec le plus grand soin. J'ai employé une lame, n.° 1, longue de 6·875 p. large de 3 l. §. 170. Expériences sur les forces.

CIII. Expér. J'ai trouvé, à la distance de 7 p. 5·7 l. .....

La force du Pole N = *tang* 16° = 2687;

Pole S = *tang* 20° = 3640.

La proportion étoit comme 1·27 à 1. J'ai cependant supposé $n = 1·3$, parce que cette proportion a été un peu plus grande dans une autre Expérience, & qu'il y a eu en général quelques irrégularités, que ce n'est pas le lieu de discuter ici. On trouve, par calcul, NC = 3 p. 8 l. par exemple, 3 p. 9 l. J'ai donc pris & supposé NC = 3 p. 8·1 l. = 3·6755 p.

Je me suis ensuite servi de la latte de bois & de contrepoids convenables.

§. 171. Première Expér. §. 171. CIV. Expér. J'ai mis la lame, c'est-à-dire, le centre de la lame, à 1 p. $1\frac{1}{2}$ l. ou à 1·12 p. à l'E. du centre de mouvement. J'ai pris $bT = 3·6758$ p. $aT = 3·1995$ p. & j'ai placé la lame le plus perpendiculairement qu'il m'a été possible. J'ai trouvé..

Fig. ;

	par Expér.	par calcul	dév.
*b*CB,	= 17° 10′;	17° 1′;	9′
*y*CB	= 19 11	19 22	11
Somme,....	36° 21′	36° 26′	
Différence, ...	2° 1′		
Demi-différence, ..	1 $0\frac{1}{2}$		
Moitié des angles, sur la base, ... }	1 $10\frac{1}{2}$		
Déviation, ...	10′		

Il y a donc une erreur d'une minute en défaut sur chaque angle, & la déviation est de 10′.

Si l'on calcule cette Expérience, par la formule corrigée du §. 168, on trouve $tang\, z = 15'$; ce qui diffère de l'Expérience de 5′.

§. 171*. Seconde Expér. §. 175. CV. Expér. J'ai mis le centre de la lame à 2·125 p. à l'est du centre de mouvement, *a*T & *b*T restant les mêmes. J'ai trouvé...

	par Expér.	par calcul	dév.
*y*CB,	= 33° 23′;	33° 35′;	12′
*b*CB	= 30 8	30° 2′....	6
Somme,....	63° 31′	63° 37′	
Différence, ...	3° 14′		
Demi-différence, .	1 37		
Moitié des angles, sur la base, ... }	1 $46\frac{1}{2}$		
Déviation, ...	$9\frac{1}{2}$′		

Il est clair qu'il y a une erreur de 6′ sur l'angle *y*CB; car, en faisant cette supposition, toutes les parties de l'Expérience s'accordent: il y a plus, c'est qu'en répétant cette Expérience pour l'angle *b*CB, en plaçant l'Aiguille à l'ouest, j'ai trouvé l'angle *b*CB à 2′ près de la même grandeur, savoir de 30° 6′.

En calculant cette Expérience selon la formule du §. 168, on trouve *tang* Z = 5 ou 6', ce qui ne diffère pas sensiblement de l'Expérience.

§. 172. CVI. Expér. J'ai mis la même lame de la même façon à 3·125 p. du centre; j'ai trouvé................ §. 172. Troisième Expér.

*y*CB, par Expér. =	44° 9';	par calcul, 44° 20';	dév. 11'	
*b*CB......... =	40 28'	.... 40 22	6	
Somme,.....	84° 37'	84° 44'		
Différence,.....	3° 41'			
Demi-différence,.	1 50½			
Moitié des angles, sur la base,...}.....	1 59			
Déviation,...	8½'			

Il est clair qu'il y a une erreur de 5', en défaut sur l'angle *y*CB; il faut cela pour que toutes les parties de l'Expérience coïncident. On aura donc la déviation de 6': le calcul donne 4'.

§. 173. Voici encore une Expérience que j'ai faite le 15 de Janvier, & que je rapporte pour faire voir combien une détermination exacte de la force des poles influe sur le calcul de l'angle de déviation. §. 173. Quatrième Expér.

CVII. Expér. J'ai employé une lame longue de 8.792 p. large de 2.5 l. J'ai pris *b*T de 4 pouces. J'ai mis le centre de la lame perpendiculairement à 1·164 p. & j'ai trouvé......

BC*b*, par Expér. =	15° 17';	par calcul, 15° 26';	dév. 9'	
*y*CB......... =	13 3	.... 12 58	5	
Somme,.....	28° 20'	28° 24'		
Différence,.....	2 14'			
Demi-différence,.	1 7			
Moitié des angles, sur la base,....}.....	1 14			
Déviation,...	7'			

Il est clair qu'il y a 4' d'erreur sur *y*CB, & que la déviation est de 9'.

Il s'est trouvé beaucoup d'irrégularités dans la mesure des poles; de façon que je ne suis pas certain de leurs forces. Les limites de la proportion sont entre 1·3 & 1·098; incertitude

considérable. Si l'on fait $n = 1 \cdot 3$; donc $m = 1 \cdot 14$: on trouve, par la formule corrigée, 38′ de déviation. Si l'on fait $n = 1 \cdot 098$, ou $= 1 \cdot 1$, & par conséquent $m = 1 \cdot 05$ à-peu-près, on trouve 2′ de déviation. Si l'on fait $n = 1 \cdot 21$, nombre à-peu-près moyen entre $1 \cdot 3$ & $1 \cdot 1$, & par conséquent $m = 1 \cdot 01$, on trouve 9′ de déviation, comme l'expérience l'exige. Or, en faisant $n = 1 \cdot 21$, on trouve, par calcul, bT, ou la distance du centre magnétique $= 4$ p. $2 \cdot 28$ l. & je l'ai trouvée, par expérience, de 4 p. $1 \cdot 5$ l. différence de $0 \cdot 78$. Mais je ne donne pas cette détermination comme exacte, parce que les courbes de la limaille n'étoient pas régulières.

§. 174. Conclusion.

§. 174. Ces Expériences confirment donc la théorie en ceci, qu'elles font voir qu'une Aiguille, dont les poles sont inégaux, placée perpendiculairement hors du centre de mouvement, dévie du méridien magnétique : elles sont encore conformes à la formule corrigée que nous avons donné §. 164; mais, comme cette formule pourroit paroître hypothétique, nous ne nous arrêterons pas à cette conformité. Nous dirons seulement, qu'on ne doit pas conclure de ces Expériences, que la déviation diminue à mesure que la distance au centre de mouvement augmente : & en effet, dès qu'on sait qu'il y a un *maximum*, on doit examiner s'il ne tombe pas entre la première & la seconde valeur de CT employées : or, en admettant la formule comme vraie, on trouve réellement le *maximum* lorsque $CT = 1 \cdot 598$. Il tombe donc entre la première & la seconde Expérience.

CHAPITRE VII.

Calcul de la direction que doivent acquérir des Aiguilles, placées obliquement hors du centre de mouvement.

§. 175. LORSQUE la ligne Cc qui joint le centre de mouvement C au centre magnétique, n'eſt pas perpendiculaire à l'Aiguille, je dis qu'une pareille Aiguille eſt poſée obliquement hors du centre de mouvement. §. 175. Formule générale.

Je pourrois démontrer ici, facilement, qu'une Aiguille placée obliquement, s'arrêtera dans le méridien, lorſque ſes poles ſont égaux : mais, pour abréger, nous commencerons tout de ſuite par le cas le plus général, dont ce cas particulier n'eſt qu'un corollaire.

L'Aiguille s'arrêtera dans la direction, où il y aura équilibre entre les forces qui ſollicitent les deux bras de l'Aiguille à s'approcher du méridien. Or cet équilibre aura lieu lorſque, (c étant le centre magnétique,) on a . . . . *FIG. 25.*
$\frac{b}{bc}(\text{ſin}\,BCb \times bc \times bC + \text{ſin}\,BCg \times Cg \times cg + \text{ſin}\,BCf \times Cf \times cf + \&c.) = \ldots\ldots$
$\frac{-a}{ab}(\text{ſin}\,ACa \times ac \times aC + \text{ſin}\,AC\gamma \times C\gamma \times c\gamma + \text{ſin}\,AC\varphi \times C\varphi \times c\varphi + \&c.)$.
On a, tout comme dans le §. 161, $\text{ſin}\,BCb = \frac{bB}{bC}$: $\text{ſin}\,gCB = \frac{Gg}{gC}$: &c. *FIG. 23.*
$Bb = \frac{Bx}{\text{ſin}\,bBx} = \frac{Bx}{\text{ſin}\,MmP}$, &c. Par-là l'équation ſe réduit à . . . .
$\frac{b}{bc}(bc \cdot Bx + gc \cdot Gw + fc \cdot Fu + \&c. \&c.) = \ldots\ldots\ldots\ldots$
$\frac{-a}{ac}(ac \cdot Ax + \gamma c \cdot \Gamma w + \varphi c \cdot \varphi' u + \&c. \&c.)$. Or on a, §. 161, $Bx = CT - x'B = CT - xT \cdot tang\, z$; & ainſi de ſuite pour les autres points : cete équation devient donc . . . .
$\frac{b}{bc} \cdot CT(bc + gc + fc + \&c.) - \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$
$\frac{b \cdot tang\, z}{bc}(bc \cdot xT + gc \cdot wT + fC \cdot uT + \&c.) = \ldots\ldots\ldots\ldots$
$\frac{a}{ac} \cdot CT(ac + \gamma c + \varphi C, \&c.) + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$

$\frac{a \cdot tang\, z}{ac}(ac \cdot xT + \gamma c \cdot uT + \varphi c \cdot uT$, &c.) On a, de plus, par le même §. 162, $xT = bT + bx$, &c. $wT = gT + wg$, &c. $xT = aT - ax$, &c. Donc on aura $\frac{b.CT}{bc}(bc + gc + fc$, &c.$) -$ $\frac{b \cdot tang\, z}{bc}(bc \cdot bT + gc \cdot gT + fc \cdot fT$, &c.$) -$ .... $\frac{b \cdot tang\, z}{bc}(xb + wg + uf$, &c.$) = \frac{a.CT}{ac}(ac + \gamma c + \varphi c$, &c.$) +$ ... $\frac{a \cdot tang\, z}{ac}(ac \cdot aT + \gamma c \cdot \gamma T + \varphi c \cdot \varphi T$, &c.$) -$ .... $\frac{a \cdot tang\, z}{ac}(xa + wg + u\varphi$, &c.).

Or il peut y avoir ici deux cas : ou la perpendiculaire cT tombe dans la partie la plus foible ac, ou dans la plus forte bc : il convient d'examiner ces deux cas séparément.

PREMIER CAS : *Quand la perpendiculaire tombe dans la partie la plus foible.*

§. 176. Formule. §. 176. On a $bT = bc + cT$; $gT = gc + cT$, &c. $aT = ac - cT$; $\gamma T = ac - CT$, jusqu'au point T, dont la distance est $Tc - Tc = 0$: ensuite on a, pour y, $Ty = Tc - yc = -(yc - Tc)$; & ainsi de suite pour tous les autres points

Fig. 23. entre T & c. Soit $cT = T$, on aura $\frac{b.CT}{bc}(bc + gc + fc$, &c $) -$ $\frac{b \cdot tang\, z}{bc}((bc)^2 + (gc)^2 + (fc)^2$, &c.$) - \frac{b \cdot tang\, z}{bc} \cdot T(bc + gc + fc$, &c.$) -$ $\frac{b \cdot tang\, z}{bc}(xb \cdot wg$, &c.$) = \frac{a.CT}{ac}(ac + \gamma c + \varphi c$, &c.$) +$ ...... $\frac{a \cdot tang\, z}{ac}\Big((ac)^2 + (\gamma c)^2 + (\varphi c)^2 \ldots (Tc)^2 - ((yc)^2 + (Lc)^2 +$ &c.$)\Big) -$ $\frac{a \cdot tang\, z}{ac} \cdot T\big(ac + \gamma c + \varphi c \ldots\ldots Tc - (yc + Lc +$ &c.$)\big) -$ ... $\frac{a \cdot tang\, z}{ac}(xc + \gamma w$, &c.). La somme de $(ac)^2 + (\gamma c)^2 +$ &c. est $\frac{\lambda^3}{3}$; celle de $(Tc)^2 + uc^2 \ldots\ldots 0$, est $\frac{T^3}{3}$: donc la somme de $(ac)^2 + (\gamma c)^2 +$ &c. ... jusqu'à $(Tc)^2$ exclusivement, est $\frac{\lambda^3 - T^3}{3}$, & la somme entière est $\frac{\lambda^3 - 2T^3}{3}$: mais il faut y ajouter T^2; car on auroit dû prendre la première somme jusqu'à $(Tc)^2$ ou T^2 inclusivement : on a donc $\frac{\lambda^3 - 2T^3}{3} + T^2$. Le coéficient de $\frac{a.T.tang\, z}{ac}$, est $\frac{\lambda^2 - 2T^2}{2} + T$; on aura donc, §. 163, ... $\frac{b.CT}{l} \times \frac{l^2}{2} - \frac{b.l^3}{3l} tang\, z - \frac{bl^2.T\ tang\, z}{2l} - \frac{b.l.CT.(tang\, z)^2}{l} =$ .... $\frac{a\lambda^2}{2\lambda} \cdot CT + \frac{a}{\lambda}\left(\frac{\lambda^3 - 2T^3}{3} + T^2\right) tang\, z - \frac{aT}{T}\left(\frac{\lambda^2 - 2T^2}{2} + T\right) tang\, z -$ .. $\frac{a.CT.\lambda}{\lambda}(tang\, z)^2$. Faisant $b = na$, $\lambda = ml$, on aura ....

$\frac{nl.CT}{2} - \frac{nl^2 \, tang\, z}{3} - \frac{nl.T}{2}\, tang\, z - n \cdot CT \cdot (tang\, z)^2 = \frac{m.l.CT}{2} + \ldots\ldots$
$\left(\frac{m^3.l^3 - 2T^3}{3ml} + \frac{T^2}{ml}\right) tang\, z - T\left(\frac{ml}{2} - \frac{T^2}{ml} + \frac{T}{ml}\right) tang\, z - CT\,(tang\, z)^2.$
D'où l'on tire $\frac{CT.l.(n-1)}{2} = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$
$\left(\frac{l^2}{3}(n+m^2) - \frac{2T^3}{3ml} + \frac{T^2}{ml} + \frac{T.l.(n-m)}{2} + \frac{T^2 - T}{ml}\right) tang\, z - CT\,(tang\, z)^2.$

§. 177. Soit $\frac{CT.l.(n-m)}{2} = r$, $\frac{l^2}{3}(n+m^2) = p = \frac{2m^2l^2}{3}$, $\frac{T^2(3-2T)}{3ml} = t$, §. 177. Transformation.
$\frac{T^2(T-1)}{ml} = y$, $\frac{T.l.(n-m)}{2} = f$, $CT \cdot (n-1) = q$, on aura . . . . .
$q\,(tang\, z)^2 + (p+f+t+y)\, tang\, z = r$; &, de-là, ...
$tang\, z = -\left(\frac{p+f+t+y}{2q}\right) \pm \sqrt{\left(\frac{r}{q} + \left(\frac{p+f+t+y}{2q}\right)^2\right)}$; ce qui, toutes réductions faites, devient $tang\, z = -\left(\frac{m^2 l^2}{3(n-1)CT} + \frac{3mTl^2(n-m) + 2T^2}{12ml}\right) \pm$
$\sqrt{\left(\frac{(n-m).l}{2(n-1)} + \left(\frac{m^2 l^2}{3(n-1)CT} + \frac{3m.(n-m)l^2.T + 2T^3}{12.m.(n-1)CT}\right)^2\right)}$; équation qui devient, par approximation, & pour le cas indiqué, §. 164, ſans erreur ſenſible, $tang\, z = \dfrac{3\,(m-1)\,CT}{4ml + \frac{3}{2}(m-1)T + \frac{T^3}{m^2l^2}}$.

§. 178. Toutes les réflexions que nous avons faites ci-deſſus (§. 165—169.) tant ſur les corollaires qui ſuivent de cette formule, que ſur la correction qu'il y faut appliquer, ont exactement lieu ici. Je me contenterai ſimplement de faire remarquer, 1.° qu'en ſuppoſant $T=0$, on tombe dans le cas du §. 164. 2.° Qu'en faiſant $m=1$, c'eſt-à-dire, en ſuppoſant les poles égaux, la déviation eſt nulle (*f*). 3.° Que la déviation eſt moindre en ce cas que lorſque l'Aiguille eſt placée perpendiculairement, (§. 164): qu'elle diminue d'autant plus que T, ou l'angle *c*CT eſt plus grand, juſqu'à ce qu'elle devienne nulle, quand $T = tang\, cf\, T = \infty$, c'eſt-à-dire, quand l'angle *c*CT eſt droit, ce qu'on voit bien qui doit être; puiſqu'alors l'Aiguille tombe ſur la ligne C*c*, c'eſt-à-dire, paſſe par le centre de mouvement. §. 178. Conſéquences.

SECOND CAS GÉNÉRAL : *quand la perpendiculaire tombe dans la partie la plus forte.*

§. 179. Il n'y a qu'à reprendre l'équation du §. 175, qui eſt, (*c'* étant le centre magnétique), ... §. 179. Formule.

$\frac{b.CT}{bc'}(bc'+gc'+fc', \&c.)-\frac{b.tang\,z}{bc'}(bc'\cdot bT+gc'\cdot gT+fc'\cdot FT, \&c.)$ $-\frac{b.tang\,z}{bc'}(xb+wg+uf+\&c.)=\frac{a.CT}{ac'}(ac'+\gamma c'+\varphi c')+\ldots$ $\frac{a.tang\,z}{ac'}(ac'\cdot aT+\gamma c'\cdot\gamma T+\varphi c'\cdot\varphi T)-\frac{a.tang\,z}{ac'}(xa+w\gamma+u\varphi+\&c.)$; on a, dans le cas préſent, $bT=bc'-cT$, $gT=gc'-CT$, juſqu'en T, ou $Tc-Tc'$; enſuite $y'c'=Tc'-y'c'=-(y'c'-Tc')$, &c. on aura donc $\frac{b.CT}{bc'}(bc'+gc'+fc')-\ldots$ $\frac{b.tang\,z}{bc'}\left(\begin{matrix}(bc')^2+(gc')^2+(fc')^2\ldots Tc'^2\\-((y'c')^2+(L'c')^2\ldots \&c.)\end{matrix}\right)+\frac{b.tang\,z}{bc'}\left(\begin{matrix}bc'+gc'\ldots\ldots\ldots Tc'\\-(y'c'+L'c'\ldots 0)\end{matrix}\right)-$ $\frac{b.tang\,zT}{bc'}(\gamma b+wg, \&c.)=\frac{a}{ac'}(ac'+\gamma c'+\varphi c', \&c.)+\ldots\ldots$ $\frac{a.T.tang\,z}{ac'}((ac')^2+(\gamma c')^2+(\varphi c')^2, \&c.)+\frac{a.tang\,z}{ac'}\cdot(xa+w\gamma+u\varphi, \&c.)$ $-\frac{a.tang\,z}{ac'}(xa+w\gamma+u\varphi, \&c.)$; équation qui devient, en faiſant les ſubſtitutions comme dans le §. 176, $\frac{(n-m).l.CT}{2}=\ldots\ldots$ $tang\,z\left(\frac{l^2}{3}(n-m^2)-\frac{2T^3.n}{3l}+\frac{nT^2}{l}+T\left(\frac{l(m-n)}{2}+\frac{T^2}{l}-\frac{nT}{l}\right)\right)+\ldots$ $(n-1)\cdot CT(tang\,z)^2$; ce qui ſe réduit enfin, comme dans le §. 177, à $tang\,z=-\left(\frac{m^2l^2}{3(n-1)CT}-\frac{3(n-m).l^2-2nT^3}{12l(n-1)CT}\right)+\ldots\ldots$ $\sqrt{\left(\frac{(n-m).l}{2(n-1)}+\left(\frac{m^2l^2}{3(n-1)CT}-\frac{3(n-m)T.l^2-2nT^3}{12l(n-1)C}\right)^2\right)}$; enfin on en déduit, pour équation approchée, (§§. 177 & 164), ...

$$tang\,z=\frac{3.CT.(m-1)}{4ml-3(m-1)T+\frac{2mT^3}{l^2}}.$$

§. 180. Conſéquences.

§. 180. Nous ne rappellerons pas ici les réflexions que nous avons faites (§. 178. §. 165—169), & qui ſont toutes appliquables ici. Je n'inſiſterai que ſur ce que cette formule offre de particulier.

Il eſt clair, 1.° Que la déviation ſera la même que pour l'Aiguille poſée perpendiculairement, ſi $T=0$. 2.° Que la même choſe aura lieu, lorſque $\frac{2mT^3}{l^2}=3\cdot(m-1)\cdot T$; d'où il ſuit, 3.° Que le dénominateur de cette fraction décroît, (& par conſéquent que la déviation croît), juſqu'à ce que $3\cdot(m-1)\cdot T=\frac{2mT^3}{l^2}$, juſqu'à ce que le dénominateur ſoit parvenu à ſon *minimum* (& par conſéquent la déviation à ſon *maximum*); & qu'enſuite le dénominateur, croiſſant continuellement, la déviation décroît, juſqu'à ce qu'elle ſoit nulle, lorſque $T=\infty$.

Ce

Ce cas eſt donc bien différent de celui qui a lieu, quand la perpendiculaire tombe dans la partie la plus foible.

Il ne ſera pas difficile de trouver ce *minimum* du dénominateur; il n'y a qu'à faire attention, pour cela, que $T = CT \cdot tang\,\zeta = D \cdot tang\,\zeta$, faiſant CT, diſtance du point T, de l'Aiguille, au centre de mouvement, égale à D, & l'angle TCc, de l'inclinaiſon de l'Aiguille $= \zeta$: le dénominateur devient donc $4ml - 3D \cdot (m-1)\, tang\,\zeta + \frac{2mD^3}{l^2}(tang\,\zeta)^3$. Faiſant $4ml = a$, $3(m-1)D = b$, $\frac{2mD^3}{l^2} = c$, on parvient, par les régles de *maximis* & *minimis*, à cette équation : $tang\,\zeta = \ldots \sqrt{-\frac{3c-b}{6.c} \pm \sqrt{\left(\frac{b}{3c} + \left(\frac{3c-b}{6.c}\right)^2\right)}}$. Ainſi, ſuppoſant, par exemple, $m = 1 \cdot 14$, $l = 3 \cdot 1992$, $D = 1 \cdot 125$, on trouvera, pour le *minimum*, $\zeta = 35^\circ\, 15'$; & pour le cas de $3T(m-1) = \frac{2mT^3}{l^2}$, $\zeta = 65^\circ\, 10'$.

§. 181. Comparaiſon des deux cas.

§. 181. Comparons enſemble les deux cas : la formule eſt, ſi la perpendiculaire tombe dans la partie . . . .

La plus foible,

$$\frac{3 \cdot m-1 \cdot CT}{4ml + \frac{3}{2}(m-1)T + \frac{T^3}{m^2 l^2}}$$

La plus forte,

$$\frac{3 \cdot m-1 \cdot CT}{4ml - 3 \cdot (m-1)T + \frac{2mT^3}{l^2}}$$

On voit, de-là, que ces deux formules ſont égales, 1.° Lorſque $m = 1$; car alors il n'y a pas de déviation. 2.° Quand $\frac{3}{2}(m-1)T + \frac{T^3}{m^2 l^2} = -3(m-1)T + \frac{2mT^3}{l^2}$; ce qui a lieu quand $T = \ldots \sqrt{\left(\frac{9m^2 . l^2 (m-1)}{2(2m^3+1)}\right)}$. Si, par exemple, $m = 1 \cdot 14$, $l = 3 \cdot 1995$, on trouve $T = 1 \cdot 45$: donc $\zeta = 55^\circ\, 25'$. 3.° Quand ζ eſt très-petit, & m pas fort différent de l'unité, ces deux formules différeront peu l'une de l'autre, & du cas où l'Aiguille eſt perpendiculaire. Quand même on ſuppoſeroit $m = 1 \cdot 2$, $T = 0 \cdot 6 = tang\, 31^\circ$, il ne faudroit augmenter $4ml$, dans la première formule, que de $0 \cdot 19$, & la diminuer de $0 \cdot 23$, dans la ſeconde.

Pour ce qui eſt de la correction qu'il faut faire à ces deux formules, elle eſt la même que celle du §. 168.

Expériences.

§. 182. Manière de connoître la déviation.

§. 182. Avant que de paſſer aux Expériences, j'indiquerai la méthode dont je me ſers pour trouver la déviation : elle eſt entièrement analogue à celle du §. 169.

On compare, 1.° L'angle bCB, obſervé, à Cbc, calculé ; 2.° yCB, obſervé, à Cac, calculé. 3.° On ſe ſert des deux angles obſervés. Soit, dans les Figures 26, 27, $RQa = Pba =$ à la déviation obſervée, menez CT à ba, faites $TV = bT$, menez CV, on aura $CVb = Cba = Cab + VCa$. donc $VCa = Cba - Cab$: $RQa = Pba = \pm Cba \mp CbP = \pm Cba \mp BCb$. Or $Cba - Vca = yCB + BCb - Cba$, ou $Cba = \frac{yCB + BCb + VCa}{2}$: donc, $RQa = \pm \left(\frac{yCB - Bcb}{2}\right) \pm \frac{VCa}{2}$; ce qui fournit la même régle que pour le §. 169. Les ſignes ſupérieurs ſont pour la Figure 26, & les inférieurs, pour la Figure 27.

Fig. 26, 27.

On voit aiſément qu'il y a quatre cas pour chaque angle que l'Aiguille fait avec la perpendiculaire, menée ſur Cc.

1.° L'Aiguille à l'Eſt ; la flèche regardant l'E.
2.° . . . . O . . . . O.
3.° . . . . E . . . . O.
4.° . . . . O . . . . E.

Or les deux premiers cas coïncident, ainſi que les deux derniers. Ces quatre cas ſe réduiſent donc à deux cas généraux ; & ces deux cas ſont préciſément ceux dont il a été fait mention dans le §. précédent.

Fig. 26, 27.

Car ſuppoſant, *fig.* 26, b le pole le plus fort, la perpendiculaire CT ſera dans la partie la plus forte : & ſi a eſt le plus fort dans la *fig.* 27, la perpendiculaire tombe dans la partie la plus foible. Si le pole le plus fort de l'Aiguille regarde le côté oppoſé à celui où l'Aiguille eſt miſe, la perpendiculaire tombe dans la partie la plus forte : il regarde le même côté, elle tombe dans la partie la plus foible.

§. 183. Voici le résultat de quelques Expériences que j'ai faites, le 23 Décembre 1773, avec l'Aiguille dont j'ai parlé §. 149. §. 183. Premières Expér.

CVIII. EXPÉR. J'ai mis l'Aiguille à un pouce à l'E. la flèche regardant l'Oueſt : elle faiſoit un angle de 30° avec la perpendiculaire. J'ai trouvé . . . . I. Expér.

$BCb = 11° 17'$; Cbc, par calcul, $11° 6'$; déviat. $11'$
$yCB = 8\ 51$; Cac . . . . $9\ 6'$ 15

Demi-differ. $1° 13'$
$\frac{VCa}{2}$, ... 1
Déviation, . . $0° 13'$

Il y a donc une erreur de $4'$ ſur le ſeul angle BCb, & la déviation eſt de $15'$ E.

CIX. EXPÉR. L'Aiguille regardoit l'E. le reſte étoit comme ci-deſſus ; j'ai trouvé . . . . II. Expér.

$BCb = 9° 30'$; Cbc, par calcul, $9° 6'$; déviat. $24'$ E.
$yCB = 10\ 35$; Cac . . . . $11\ 6$ . . . . . . 31 E.

Demi-differ. $0° 32\frac{1}{2}'$
$\frac{VCa}{2}$, ... 1
Déviation, . $27\frac{1}{2}'$

Si l'on ſuppoſe une erreur de $4'$ en défaut ſur yCB, & autant en excès ſur BCb, les trois parties de l'Expérience s'accordent, & l'on auroit la déviation de $20'$. Mais il faudroit ſuppoſer alors que le pole B, qui sûrement étoit le plus fort dans l'Expérience précédente, puiſque l'angle BCb y eſt moindre qu'il n'auroit été, s'il n'y avoit pas eu de déviation, ſoit devenu à préſent le plus fort : cette Expérience me paroît donc à préſent aſſez ſuſpecte.

§. 184. Le 3 de Janvier 1774, j'ai poſé l'Aiguille à 2 p. à l'E. faiſant avec la perpendiculaire un angle de 30°. La flèche regardoit l'E : j'ai trouvé $BCb = 23° \cdot 30'$: par calcul $23° \cdot 54'$: déviation de $24'$. Comme l'Aiguille frappoit contre les parvis de la boîte, je n'ai pu obſerver l'angle YCB. §. 184. Secondes Expér. III. Expér.

CX. EXPÉR. J'ai placé l'Aiguille à la diſtance d'un pouce à l'O. faiſant un A. de 60° avec la perpendiculaire : la flèche regardoit IV. Expér.

l'O : j'ai trouvé..

BC*b* = 5° 11'; par calcul, C*bc* = 4° 57'; déviat. 14' O.
*y*CB = 6 50 .... C*ac* = 7 3 ...... 13. O.

Demi-differ. 49 $\frac{1'}{2}$
$\frac{VCa}{2}$, ... 1° 3
Déviation, 13 $\frac{1'}{2}$

Il n'y a donc qu'une minute d'erreur, au plus, & la déviation est de 13' ouest.

V. Expér. CXI. Expér. J'ai placé l'Aiguille à l'E. la flèche regardant l'E. j'ai trouvé..

BC*b* = 5° 7'; par calcul, C*bc* = 4° 57'; déviat. 10° E'
*y*CB = 6 49 .... C*ac* = 7° 3 ...... 14° E

Demi-differ. 5'
$\frac{VCa}{2}$, ... 1° 3
Déviation, 12'

Donc erreur de 3' sur BC*b*, & de 1' sur *y*CB, & la déviation est de 13' E.

VI. Expér. CXII. Expér. J'ai placé l'Aiguille à l'E. la flèche regardant l'O. j'ai trouvé..

BC*b* = 6° 5'
*y*CB = 5 5

Demi-differ. 50 $\frac{1'}{2}$
$\frac{VCa}{2}$, ... 1° 3
Déviation, 12 $\frac{1'}{2}$

D'où il est clair qu'il y a une minute d'erreur sur *y*CB, & que la déviation est de 13' E.

§. 185. Troisième suite d'Expér. VII. Expér. §. 186. CXIII. Expér. Le 4 de Janvier, j'ai placé l'Aiguille à 2 p. à l'E. elle faisoit avec la perpendiculaire un angle de 15°. La flèche regardoit l'O : j'ai eu........................

BC*b* = 23° 58'; par calcul, C*bc* = 23° 44'; déviat. 14'
*y*CB = 15 18 .... C*ac* = 19 36 18

Demi-differ. 2° 20'
$\frac{VCa}{2}$, ... 2 4
Déviation, 16'

Donc erreur de 2' sur BC*b*, & la déviation est de 16' O.

J'ai répété cette Expérience en plaçant l'Aiguille à l'O. la

flèche regardoit l'E. j'ai eu BCb = 24° : YCB = 19° · 19'. Donc erreur de 1' sur YCB & déviation de 16'.

§. 186. Comme en faisant les Expériences précédentes, je n'avois pas songé à examiner les forces de l'Aiguille, ne connoissant pas encore bien l'importance de cet élément, je me vis obligé de faire d'autres Expériences, que je pusse soumettre au calcul; je les ai faites le 8 Mars 1774. *§. 186. Quatrième suite d'Expér.*

CXIV. Expér. J'ai placé l'Aiguille à 1 p. à l'E. elle faisoit un angle de 60° : la flèche regardoit l'ouest : j'ai trouvé, ... *VIII. Expér.*

BCb = 6° 53'; Cbc, par calcul, 7° 3'; déviat. 10' E.
yCB = 5 2; Cac . . . . 4 57 . . . . 5 E.

Demi-differ.	55 ½'
$\frac{VCa}{2}$, ...	1° 3
Déviation,	7 ½'

Si l'on suppose une erreur de 5' sur l'angle yCB, la déviation sera de 10' : on pourroit aussi supposer 2 ½' d'erreur en défaut sur chacun des angles : la déviation seroit alors de 7 ½'.

CXV. Expér. J'ai placé l'Aiguille à l'O. la flèche regardant l'E. j'ai trouvé . . . . *IX. Expér.*

BCb = 6° 82'; par calcul, déviation 11'
yCB = 5 3

Demi-differ.	56'
½ VCa, ...	3
Déviation,	7'

Il faudroit supposer une minute d'erreur en défaut sur BCb, & 7' en défaut sur yCB, pour avoir la déviation de 10': si on suppose 3 ½' d'erreur sur BCb, & 4 ½'' sur yCB, la déviation sera de 7 ½''.

CXVI. Expér. J'ai placé l'Aiguille à l'E. la flèche regardant l'E. j'ai trouvé . . . . *X. Expér.*

BCb = 5° 3'; Cbc, par calcul, 4° 57'; déviat. 6' E.
yCB = 6 47; Cac . . . . 7 3 . . . . 16 E.

Demi-differ.	51'
$\frac{VCa}{2}$, ...	65
Déviation,	11'

Une erreur de 10' sur yCB seroit assez forte pour rendre cette Expérience douteuse. Cependant, au cas que les

forces des poles n'aient pas changé, l'Expérience suivante prouveroit qu'elle a eu lieu. Si l'on supposoit 5′ d'erreur sur chaque angle, toutes les parties de l'Expérience s'accorderoient à donner 11′ de déviation.

XI. Expér. CXVII. EXPÉR. J'ai placé l'Aiguille à l'O. la flèche regardant l'O. & j'ai eu . . . .

$BCb = 5^\circ\ 2'$; par calcul, $4^\circ\ 57'$; déviat. 5′
$yCB = 6\ 58$ 7 3 5

Demi-differ. 58′
$\frac{VCz}{2}$, ... 63
Déviation, 5′

Donc il n'y a pas d'erreur, & la déviation est de 5′ O.

§. 187. Cinquième suite d'Expér. §. 187. J'ai encore fait le même jour les Expériences suivantes, avec la même Aiguille.

XII. Expér. CXVIII. EXPÉR. J'ai placé l'Aiguille à 2 p. à l'E. elle faisoit un angle de 15° avec la perpendiculaire, & la flèche regardoit l'ouest.

$BCb = 23^\circ\ 55'$; par calcul, $23^\circ\ 44'$; déviat. 11′ E.
$yCB = 19\ 23$ . . . . 19 36 . . . . . . 13 E.

Demi-differ. 2° 16′
$\frac{VCz}{2}$, ... 2° 16
Déviation, 12′

Donc erreur de 2′ sur yCB, & la déviation est de 11′ E.

XIII. Expér. CXIX. EXPÉR. J'ai placé l'Aiguille à l'O. la flèche regardoit l'E. . . . .

$BCb = 23^\circ\ 45'$; calcul, $23^\circ\ 44'$; déviat. 1′
$yCB = 19\ 25$ 19 36 11

Il est plus que probable qu'il y a une erreur de 10′ sur l'angle BCb.

XIV. Expér. CXX. EXPÉR. J'ai placé l'Aiguille à l'E. la flèche regardoit l'E. . . . .

BCb = 19° 35′; calcul, 19° 36′; déviat. 1′ O.
yCB = 23 47 . . . . 23 44 . . . . . . 3 O.

Demi-différ. 2° 6′
$\frac{VCa}{2}$, ... 2 4
Déviation, 2′

Donc il y a une erreur de 2′ ſur l'angle yCB, & la déviation eſt de 1′, ou l'erreur eſt de 2′ ſur BCb, & la déviation de 3′.

CXXI. Expér. J'ai placé l'Aiguille à l'O. la flèche regardoit l'O. . . . .

BCb = 19° 23′; déviat. 13′
yCB = 20 50 6

Il faudroit ſuppoſer une erreur de 12′ ſur BCb, & de 3′ ſur yCB, pour que toutes les parties de l'Expérience puſſent correſpondre : cette Expérience me paroît donc erronnée.

§. 188. Appliquons le calcul à quelques Expériences. J'ai pris au haſard l'Expérience 114.e du §. 186. On a dans cette Expérience $\zeta = 60°$: la perpendiculaire tombe dans la partie la plus forte : $l = 4 \cdot 908$, cC = 1, CT = 0 · 5, T = CT. *Tang* 60° = 0 · 866 : pour la proportion des forces. J'ai trouvé les nombres ſuivans, ... (§. 188. Examen de ces Expér.)

1.° $\frac{b}{a} = \frac{tang\,(11°\,30')}{tang\,(11°\,8')} = 1 \cdot 0338.$

2.° $\frac{b}{a} = \frac{tang\,(15°\,46')}{tang\,15°} = 1 \cdot 0537.$

3.° $\frac{b}{a} = \frac{tang\,(22°\,13')}{tang\,(21°\,18')} = 1 \cdot 0485.$

4.° $\frac{b}{a} = \frac{tang\,(29°\,33')}{tang\,(28°\,36')} = 1 \cdot 0550.$

5.° $\frac{b}{a} = \frac{tang\,(33°\,34')}{tang\,(28°\,36')} = 1 \cdot 1400.$

6.° $\frac{b}{a} = \frac{tang\,(18°\,47')}{tang\,(17°\,33')} = 1 \cdot 0450.$

Milieu, ... 1 · 063.

Ou, rejettant n.° 5, . 1 · 047.

J'ai donc pris $n = 1 \cdot 05$ & $m = 1 \cdot 021$. En faiſant uſage de la formule du §. 179, & en y appliquant la correction du §. 168, on aura $z = 13'$; ce qui ne diffère de l'Expérience que de 3′; car on y doit ſuppoſer la déviation de 10′.

Si on ſuppoſe que la perpendiculaire tombe dans la partie la plus foible, on aura le cas des Expériences 116 & 117 du même §. 186, & l'on

trouvera la déviation d'un peu moins de 12′. Car, à cause de T, fractionnaire, la différence des dénominateurs est très-petite. Ce calcul s'éloigne beaucoup de l'Expérience; mais il faut observer que la force des poles a très-certainement changé des Expériences précédentes à celle-ci; car, dans le cas de ces premières, le pole boréal étoit le plus fort, & il est évident qu'ici c'est l'austral, puisque l'angle *y*CB est plus petit qu'il n'auroit été, s'il n'y avoit pas eu de déviation. Je n'ai pas songé à mesurer la force des poles, immédiatement après avoir fini les Expériences 114 & 115, & avant que de commencer les 116 & 117: mais le changement des poles est évident, & il a encore eu lieu dans les Expériences suivantes. Cette incertitude sur la force des poles, m'empêche de rappeler ces Expériences au calcul; car on a vu ci-dessus (§. 173), combien la force des poles influe sur la déviation.

§. 189. Sixième suite d'Expér.

§. 189. J'ai donc cru devoir faire encore de nouvelles Expériences. Je les ai faites avec le même appareil, & le même jour, que celles qui ont été décrites §. 170, & immédiatement après les avoir achevées. Entre ces deux suites d'Expériences, j'ai de nouveau mesuré la force des poles, qui n'avoient pas subi de changement.

XV. Expér.

CXXII. Expér. J'ai fait d'abord $bT = 2 \cdot 5$ p. donc $aT = 4 \cdot 375$: & comme on a $bc = 3 \cdot 1995$, il s'ensuit qu'on a $cT = T = 0 \cdot 6995$: donc $\zeta = 32^\circ \cdot 14'$. L'Aiguille fut placée à l'E : la perpendiculaire tomboit dans la partie la plus foible : CT étoit de $1 \cdot 125$ p. J'ai trouvé, ...

bCB = 24° 22′; par calcul, Cbc = 24° 14′; déviat. 8′
yCB = 14 15 . . . . Cac = 14 26 19

Demi-différ.	5°	$3\frac{1}{2}$′
Moitié de la somme des angles	4	54
Déviation,		$9\frac{1}{2}$′

Il est clair qu'il y a une erreur de 3′ sur bCB; alors toutes les parties de l'Expérience s'accordent à donner 11′ de déviation.

XVI. Expér.

CXXIII. Expér. J'ai répété cette Expérience, en mettant la

la lame de la même façon à l'O. j'ai trouvé, ...

BC*b* = 24° 25′; dév. 11′		
*y*CB = 14 18 ... 8		
Demi-différ.	5° 3 $\frac{1}{2}$′	
Déviation,	9 $\frac{1}{2}$′	

Il est clair qu'il y a ici une erreur de 3′ sur l'angle *y*CB, & que la déviation est de 11′. On voit bien que cette Expérience est la même que la précédente.

CXXIV. Expér. J'ai changé l'Expérience en ce que j'ai fait *a*T = 2 · 5. Par-là j'ai fait tomber la perpendiculaire dans la partie la plus forte. La lame ayant été placée à l'E. j'ai eu, ... XVII. Expér.

*b*CB = 14° 42′; par calcul, 14° 26′; déviation, 16′
*y*CB = 23 57 .... 24 14 17

Demi-différ.	4° 37′
Moitié de la somme des angles	4 54
Déviation,	17′

On voit qu'il y a une erreur de 1′ sur BC*b*, & que la déviation est de 17′.

§. 190. On voit que la déviation est à-peu-près la même que celles des Expériences du §. 171, excepté dans la dernière, où elle est de 6′ de plus : mais par-là elle approche plus de la théorie; car, en calculant ces trois Expériences par les formules des §§. 177, 179, avec la correction du §. 168, on trouve la déviation de 15′ tout comme pour le §. 171. En effet, ce qu'il faut ajouter au dénominateur de la formule des §§. 164, 168, pour avoir en ce cas ceux des formules des §§. 177, 179, ne se monte qu'à une fraction extrêmement petite. §. 190. Calcul de ces Expér.

§. 191. J'ai fait CT = 2 . 125 p. *b*T = 2 · 5, *a*T = 4 · 375; donc *c*T = T = 0 · 6995, & J = 18° 16. §. 191. Septième suite d'Expér.

CXXV. Expér. J'ai mis l'Aiguille à l'O. j'ai eu .... XVIII. Expér.

*b*CB = 40° 32′; par calcul, 40° 22′; déviation, 10′
*y*CB = 25 48 .... 25 54 6

Demi-différ.	7° 22′
Moitié de la somme des angles	7 14
Déviation,	8′

Il est donc sensible qu'il y a une erreur de 4′ sur *b*CB, & que la déviation est de 6′.

XIX. Expér. CXXVI. Expér. J'ai eu, en mettant l'Aiguille à l'Ouest,..

bCB = 40° 34′; dév. 12′ yCB = 25 47 ... 7 Demi-differ. 7° 28 ½′ Déviation, 9 ½′	Donc erreur de 5′ sur bCB, & la déviation sera de 7′; ce qui s'accorde avec l'Expérience précédente, qui est proprement la même que celle-ci.

XX. Expér. CXXVII. Expér. J'ai fait aT = 2 · 8; c'est-à-dire, j'ai fait tomber la perpendiculaire dans la partie la plus forte; j'ai mis l'Aiguille à l'O. j'ai eu ....

bCB = 26° ; calcul, 25° 54′; déviation, 6′
yCB = 40° 17′ 40 22 5

Erreur de 1′ sur yCB, & déviation de 6′.

Ces Expériences sont réellement les mêmes que celles du §. 171 : aussi le calcul ne donne-t-il pas une minute de différence entre les déviations qui doivent avoir lieu, à cause de T fractionnaire & assez petit.

§. 192. §. 192. J'ajouterai ici encore une Expérience, faite avec la
XXI. Expér. lame employée dans le §. 173.

CXXVIII. Expér. J'ai fait CT = 1 p. 1 ½ l. bc = 3 p. = l. ainsi, la perpendiculaire tomboit dans la partie la plus forte de l'Aiguille : j'ai trouvé, ...

bCB = 20° 8′; par calcul, 20° 12′; déviation, 4′
yCB = 10 59 .... 10 48 11
Demi-differ. 4° 34 ½′ .... 4 42′
Moitié de la somme des angles ...... } 4 42
Déviation, 7 ½′

Il est d'abord clair qu'il y a une erreur de 7′ sur la somme des deux angles; & il est clair encore que cette erreur est sur l'angle bCB. En ôtant 7′ de cet angle, toutes les parties de l'Expérience s'accordent, & la déviation seroit de 11′.

Cette déviation s'accorde à 2′ près avec celle de la 107[e] Expérience §. 173 : & j'avoue qu'il ne me paroît guères possible de

parvenir à une plus grande précision : ces Expériences sont très-difficiles & très-délicates.

§. 193. Je crois donc avoir prouvé suffisamment, par ces 21 Expériences, la déviation des Aiguilles ; avoir fait connoître la cause de ce phénomène, & ramené cette partie de la physique, entièrement nouvelle, à des principes mathématiques, quoique mon calcul soit, à quelques égards, très-imparfait. Pour résumer en peu de mots ce qui a été démontré dans ce Chapitre, & dans le précédent, je crois pouvoir établir les propositions suivantes. §. 193. Conséquences.

1.° Une Aiguille, posée hors du centre de mouvement, s'arrête dans le méridien lorsque ses poles sont égaux.

2.° Si les poles sont inégaux, cette Aiguille dévie plus ou moins du méridien, à moins que sa distance au centre de mouvement, ne soit infinie ou extrêmement grande.

3.° Cette déviation est d'autant plus grande, que la différence entre les forces des poles est plus considérable : & la proportion de ces forces y influe considérablement.

4.° Plus l'Aiguille est éloignée du centre de mouvement, & plus cette déviation est grande jusqu'à un certain point : mais il y a un *maximum* au-delà duquel la déviation devient moindre.

5.° Si l'Aiguille est posée obliquement hors du centre de mouvement, elle dévie moins que lorsqu'elle est perpendiculaire, si la perpendiculaire même du centre de mouvement tombe dans la partie la plus foible : Mais, lorsqu'elle tombe dans la partie la plus forte, l'Aiguille peut dévier, ou davantage, ou autant, ou moins, selon la grandeur de l'angle d'inclinaison. Ces différences sont ordinairement petites, à moins que la différence entre les forces des poles ne soit grande.

Tels sont les corollaires importans qui découlent de la méthode que nous avons employée dans ce Chapitre.

§. 194.
Réflexion sur les Aiguilles qui doivent indiquer la même déclinaison.

§. 194. En calculant & en déterminant par Expérience la déviation de l'Aiguille, j'ai toujours parlé du méridien qui passe par le centre magnétique de l'Aiguille, & il est évident que c'est celui-là qu'il faut employer. Mais dans les Aiguilles de Boussole qu'on emploie, on a égard au méridien qui passe par le centre de mouvement : & c'est la ligne qui passe par ce centre, & l'extrémité de l'Aiguille *ba* qui indique les degrés, ou la direction de l'Aiguille. En ce cas, on diroit donc, que la direction de l'Aiguille *ba* est différente de celle de l'Aiguille BA; pour qu'elles *Fig.* 22. fussent les mêmes, il faudroit que le point B′ tombât quelque part sur la ligne ACB : auquel cas l'A. BCB′ seroit $= 0$: l'angle de déviation $x'C'B' = z = C'B'C$, on devroit donc avoir en ce cas, si l'Aiguille est posée perpendiculairement, ...

$$tang\, z = \frac{3\cdot(m-1)\cdot CT}{4ml\left(\pm 2l \mp \frac{2(CT)^2\cdot(l^2-8)}{6(m^2-m)}\right)}$$ (§. 168); équation dans laquelle CT & l étant donnés, on trouve m, ou bien m & l étant données, CT, ou enfin CT & m étant données, l : ainsi, par exemple, on trouveroit, pour l'Expérience du §. 188, qu'il faudroit avoir $n = 7$ à-peu-près.

CHAPITRE VIII.

Du mouvement qu'acquièrent des Aiguilles posées hors du centre de mouvement.

§. 195. LORSQUE des Aiguilles linéaires, qui passent par le centre de mouvement se meuvent, les forces de toutes les parties s'emploient à les ramener vers le méridien, si le centre magnétique coïncide avec le centre de mouvement; sinon la plus grande partie s'emploie du moins à cet effet, & quoiqu'il en soit, la proportion en reste constante. Il en est autrement lorsque le centre de mouvement est placé hors de l'Aiguille. L'Action du bras *bc*, qui tend à s'approcher du méridien, meut l'Aiguille vers B, & est directement opposée à l'action du bras *ca* qui, en s'approchant du méridien, tend à éloigner de B la partie boréale. Une pareille Aiguille, mise en mouvement, se meut donc par la différence des forces des deux bras; forces qui résultent de la combinaison des forces propres à chaque particule, avec le sinus d'incidence : d'où il résulte, 1.° Que les mêmes causes qui agitent des Aiguilles dont le centre de mouvement passe par l'axe, doivent agiter moins les Aiguilles dont nous parlons : elles auront donc des oscillations différentes, & le tems de ces oscillations sera plus long. 2.° Que de très-petites causes peuvent mouvoir des Aiguilles du premier genre sans avoir d'action sensible sur les autres, puisque les premières se meuvent par la somme, & celles-ci par la différence des forces des deux bras.

§. 195. Théorie. *Fig.* 24.

§. 196. J'ai essayé de faire des Expériences sur ce sujet : mais j'ai d'abord vu qu'il y avoit un obstacle invincible à leur parfaite exactitude. Nous supposons dans la théorie que l'Aiguille, que la latte sur laquelle on l'applique, &c. n'aient aucune pesan-

§. 196. Expériences.

teur. Il faut employer de plus un contrepoids pour rétablir l'équilibre troublé par la pesanteur de la lame; & l'on a vu, ci-dessus, combien ces poids étrangers apportent de lenteur aux oscillations (§. 22). Quoi qu'il en soit, voici le résultat de mes Expériences.

I. Expér. CXXIX. Expér. Le 18 Décembre 1775, j'ai employé la lame & l'appareil dont j'ai fait usage dans les Expériences 99 & 100, §. 159, que j'avois faites immédiatement avant que de faire celle-ci.

J'ai donc fait osciller cet appareil, en détournant la latte de 48° de l'équateur : cette lame a fait chacune des six premières oscillations en 13·6″.

II. Expér. CXXX. Expér. J'ai mis ensuite cette lame au-dessus du centre de mouvement, de façon que celui-ci passât par l'axe. J'ai mis à sa place un contrepoids de 188 grains, & j'ai eu chacune des six premières oscillations en 12·3″. Ainsi, ces tems sont comme 1·105 à 1. Quand cette lame est nue & suspendue dans son étui, elle fait chaque oscillation en 6·3″. On voit par-là quel retard ces poids non-magnétiques apportent aux oscillations. Il y a plus : dans la 2.e Expérience la latte étoit chargée de 188 grains de plus que dans la première: dans la première, le poids étranger étoit de 179 gr. : dans la 2.e de 367 : ainsi, si 379 grains apportent un retard de 6″, 179 en auroient apporté un de 3″, & le tems de l'oscillation auroit été dans la 2.e Expérience de 9·3″, si le poids étranger avoit été le même que dans la première. C'est même alors mettre les choses au plus bas pied: car il est plus que très-probable, que les tems décroissent en plus forte raison que les poids étrangers. Selon ce calcul, les tems des oscillations seroient comme 13·6″ à 9·3″. Donc quand l'Aiguille posée dans le centre de mouvement auroit fait 5 oscillations, l'autre n'en auroit fait que $4\frac{2}{10}$.

§. 197. §. 197. CXXXI. Expér. Je me suis servi encore de l'appa-
III. Expér. reil de l'Expérience 102 du §. 160 : j'ai détourné la latte de

45° de l'équateur : cet équipage a fait chacune des premières oscillations en 17·4″.

CXXXII. Expér. J'ai ensuite mis la lame sur le centre de mouvement, ayant mis 188 grains à sa place. Chacune des six premières oscillations s'est faite en 14·8″. Ces tems sont donc comme 1·175 à 1. IV. Expér.

En appliquant ici les réflexions faites dans le §. précédent, voici comme je raisonne. Le poids étranger étoit dans la troisième Expérience de 239 grains : dans la quatrième de 427 : 427 grains ont causé un retard de 9·1″ : donc 239 en auroient causé un de 5·09 : & l'équipage de la quatrième Expérience, s'il avoit eu le même poids que celui de la troisième, auroit fait chaque oscillation en 11·4″. Les tems des oscillations de ces deux équipages sont donc comme 1·426 à 1 : ainsi, l'Aiguille placée au centre auroit fait 5 oscillations, dans le tems que l'autre n'en auroit fait que $3\frac{3}{10}$. Ces Expériences confirment donc parfaitement ce qui a été dit.

§. 198. Il résulte, en troisième lieu, de ce qui a été dit §. 195, que les oscillations des Aiguilles posées hors du centre de mouvement seront irrégulières, pendant que les autres seront régulières: car celles-ci se meuvent avec d'autant plus de force qu'elles sont plus éloignées du méridien, & la proportion suit celle des sinus d'incidence (§. 19): ce qui n'a nullement lieu pour les Aiguilles posées hors du centre de mouvement; car alors les sinus d'incidence varient à chaque moment pour les différens points. Il y a plus; dès que le point *b* tombe de l'autre côté du méridien BCA, les forces qui dirigent l'Aiguille sont très-différentes de ce qu'elles étoient auparavant : car alors l'Aiguille ne se meut plus par la différence des forces des deux bras; mais, si elle acquit la situation B′C*a*′, par exemple, qui coupe le méridien en *z*, la partie B*z* tend à s'approcher du méridien, & cela en même sens que le bras austral C*a*, & dans un sens opposé à la partie *zc* : de sorte que l'Aiguille, qui se meuvoit auparavant par l'excès de la force de C*b* sur *ca*, se meut à présent en allant par

§. 198. Suite de la Théorie.

Fig. 24.

l'excès de Cz ſur $bz + ca$: & en revenant par celle de $bz + ca$; juſqu'à ce qu'elle touche le méridien.

§. 199. Suite. §. 199. Cette irrégularité produit, en quatrième lieu, un effet remarquable. Suppoſez qu'une Aiguille parfaite parcoure 20°, & que la même cauſe agite une Aiguille placée hors du centre de mouvement, & la détourne pareillement de 20°, il eſt clair que le mouvement des deux Aiguilles ne ſera pas le même : que quand l'une aura parcouru 5, 10, 15, 20°, l'autre n'en aura parcouru peut être que 3, 7, 12, 20°, & que par conſéquent ces deux Aiguilles indiqueront, en différens tems, différentes déclinaiſons, & quelquefois la même. Cette irrégularité de la marche des deux Aiguilles ſera d'autant plus grande ſi l'arc, que nous ſuppoſons qu'elles parcourent, tombe de l'autre côté du méridien.

§. 200. Exemples. §. 200. Pour mieux faire ſentir ceci, remontons aux Expériences dont nous venons de faire mention.

Dans la première Expérience du §. 196, la latte faiſoit avec l'équateur un angle de 30°, à la fin de la troiſième oſcillation :
Fig. 28. on a donc A. 'CT = 30° : BCθ = 60° : mais B'Cθ = bCT = 71°·34. Donc BCB = 11°·34', c'eſt-à-dire, que le point B ſe trouve à 11°·34' à l'O. ſi l'Aiguille a été détournée à l'E. Selon la proportion établie à la fin du §. 196, l'Aiguille miſe au centre de mouvement, fait 3·66 oſcillations pendant que l'autre en fait 3. A la fin de la troiſième oſcillation l'Aiguille ſe trouvoit en B' : elle n'avoit plus à parcourir qu'un arc de 30° de chaque côté de BA : donc à la 3·66 oſcillation cette Aiguille aura indiqué à-peu-près 5° à l'E. & par conſéquent ces deux Aiguilles différoient de 16°·34'. Il y a plus : ſi l'on en jugeoit par l'Aiguille imparfaite, on diroit : la déclinaiſon a changé de 11°·34' vers l'O. & ſi l'on en jugeoit par l'Aiguille parfaite on diroit : elle a changé de 5° E. quoique ces deux Aiguilles aient été agitées par la même cauſe, de la même façon, & aient commencé à ſe mouvoir dans le même ſens, & ſous un même angle.

Il en eſt de même de la première Expérience du §. 197 : à la

fin

fin de la troisième oscillation le point *b* touchoit le méridien : selon la proportion établie dans ce §, l'Aiguille parfaite fait 4 · 54 oscillations quand l'autre en fera 3 : or à la $4\frac{1}{2}$ oscillation, l'Aiguille parfaite est aussi au point *b* : donc elle en aura été très-peu éloignée à la fin de la 4 · 54°. Donc les deux Aiguilles auroient indiqué en même-tems le même point, la même déclinaison apparente, pendant qu'elles différoient l'une de l'autre de 33 + 42′ au commencement de l'Expérience.

On sent aisément de quelle importance ces réflexions seront dans la suite, où nous aurons occasion de les étendre, de les appliquer, & d'y en ajouter beaucoup d'autres. Je sais bien que les Aiguilles qu'on emploie ordinairement ne sont pas tellement posées hors du centre de mouvement, qu'elles puissent différer de 18 à 33 l'une de l'autre : mais qu'on entende de minutes, ce que nous avons dit de degrés, les proportions indiquées n'en seront pas changées, & les raisonnemens restent exactement les mêmes. Remarque.

CHAPITRE IX.

Examen d'un ſyſtême d'Aiguilles linéaires, poſées parallélement les unes aux autres, ou des Aiguilles droites, en faiſant attention à leur largeur.

§. 201. Théorêmes. *Fig.* 29.

§. 201. Jusqu'ici nous avons ſuppoſé des Aiguilles *linéaires*, ſans faire aucune attention à leur largeur : mais l'examen de ce qui avoit lieu dans des lames de figure quelconque n'aura pas de difficulté : car on peut, ce me ſemble, conſidérer des lames comme des ſyſtêmes d'Aiguilles linéaires poſées les unes contre les autres, puiſqu'on peut ſuppoſer ces lames diviſées en tranches extrêmement minces.

Une lame eſt donc un compoſé d'Aiguilles linéaires BCA, *bca*; voyons ce qui en réſulte, & à quelles conditions ces lames doivent ſatisfaire, pour qu'elles puiſſent être nommées *bonnes*.

Soit C le centre magnétique de l'Aiguille BA, & en même-tems le centre de mouvement: ſoit *bca* poſé perpendiculairement hors du centre de mouvement, de façon que BA ſoit parallèle à *ba*, & C*c* perpendiculaire à BA & à *ba*. Suppoſons de plus que les poles ſoient égaux, c'eſt-à-dire, que B = A, *b* = *a*; alors BA s'arrêtera dans le méridien, *ba* en fera autant, §. 143, & la même choſe aura lieu pour toutes les tranches qu'on pourroit ſuppoſer entre BA & *ba*, ou de l'autre côté de BA, comme, par exemple, *βα*. Donc toute la lame s'arrêtera dans le méridien : & ſi le point, qui indique les degrés, eſt en B, c'eſt-à-dire, dans l'axe BA, cette lame indiqueroit le méridien auſſi parfaitement que le feroit une Aiguille linéaire. Donc en général, *une lame parfaitement quarrée par les côtés, s'arrêtera dans le méri-*

dien, pourvu que le centre magnétique coïncide avec le centre de mouvement, ou que la ligne menée par le centre de mouvement perpendiculairement aux côtés de la lame, passe par tous les centres magnétiques de toutes les tranches dont on peut supposer cette lame composée, & que de plus elle coupe toutes ces lames en deux parties égales.

Il est clair encore, que la même chose aura lieu quand même les Aiguilles BA & *ba*, &c. différeroient en grandeur, & formeroient une série décroissante, de façon que la lame fût terminée en pointe CBA. Donc *une Aiguille terminée en pointe l'arrête exactement dans le méridien, si elle satisfait aux conditions énoncées.*

Nous avons démontré ci-dessus (§. 165), qu'une Aiguille posée obliquement hors du centre de mouvement ne dévie pas, lorsque les poles sont égaux: donc ce que nous venons de démontrer, auroit lieu quand même *ab* ne seroit pas parallèle à BA, c'est-à-dire, qu'*une lame indiquera le méridien, quand même elle ne seroit pas quarrée, pourvu qu'elle satisfasse d'ailleurs à toutes les autres conditions.*

§. 202. CXXXIII. Expér. Pour vérifier ce qui a été dit dans le §. précédent, j'ai pris, en Mars 1774, deux Aiguilles égales à celles dont je me suis servi dans le §. 149. Je les posai perpendiculairement sur la latte C*c*: l'Aiguille BA a indiqué, à une minute près, le même point qu'elle indiquoit seule. §. 202. Expériences.

§. 203. Une des conditions dont je viens de parler, exige que les centres magnétiques tombent sur la ligne C*c*, qui passe perpendiculairement par le centre de mouvement. Si cela n'étoit pas, ce que nous avons dit n'auroit plus lieu, puisqu'alors une des Aiguilles *ba*, par exemple, ou plusieurs d'entr'elles ne pourroient s'arrêter dans le méridien, §§. 165, 175; car alors le centre magnétique ne seroit pas dans la ligne CK, qui passe par le centre de mouvement. Cette seule tranche *ba* fera donc dévier tout le *systême*, quand même toutes les autres satisferoient §. 203. Cas où l'Aiguille ne s'arrête pas dans le méridien. *Fig. 29.*

aux conditions requiſes : &, ſi elles n'y ſatisfont pas, la déviation n'en ſera que plus forte, à moins qu'il ne ſe faſſe quelque compenſation de déviation ; mais c'eſt un cas que nous examinerons ci-après.

§. 204. *Maximum de ce cas.* §. 204. Si l'on peut calculer *à priori*, par les formules que nous avons données ci-deſſus (§§. 165, 175), la direction de chacune des tranches ou Aiguilles partiales BA, *ba*, *b' a'*, &c. on pourroit de la même manière calculer la déviation de tout le ſyſtême, ou la direction qu'il doit acquérir. Il eſt clair encore que la déviation ſera d'autant plus grande que la tranche, *ba*, par exemple, que nous ſuppoſons cauſer la déviation, ſera plus éloignée du centre de mouvement, juſqu'à un certain *maximum*, & qu'elle le ſera auſſi d'autant plus que la différence entre les poles *b* & *a* ſera plus grande.

§. 205. *Expériences.* §. 205. CXXXIV. Expér. L'Aiguille BA étant ſeule, elle indiquoit le point *o*. J'ai enſuite mis *ba* ſur la latte à 1 p. de façon que C*k* ſoit perpendiculaire à *ba*, & que C*k* fut $= \frac{1}{2}$ p. Mais l'Aiguille BA fut détournée du méridien vers l'oueſt, & je trouvai *Fig. 29.* NCB=28 : JCA=30 : donc, en prenant un milieu, 29' : ainſi, cette ſeconde Aiguille a cauſé une erreur de 29 dans la déclinaiſon.

CXXXV. Expér. J'ai enſuite placé *ba* à 2 pouces, le reſte étant égal, & j'ai trouvé NCB=25 : JCA= 26' : milieu $25\frac{1}{2}'$, égal à l'erreur que la ſeconde Aiguille a produit dans la première.

Si l'Aiguille *ba* ſeule, ne dévioit point, BA n'auroit pas été troublée : mais ſuppoſons que *ba*, poſé à l'E. dévie vers l'O. ce qui arrive ſi le pole *b* eſt le plus fort, alors BA doit être propulſé vers l'O. par l'effort que fait *ba* pour ſe rapprocher de B : or dès que BA eſt propulſée vers l'O. elle fait effort pour retourner dans le méridien NS ; d'où il réſulte, que la déviation de *ba*, lorſque BA leur eſt jointe, ſera moindre que lorſqu'elle étoit ſeule : & en effet dans la 135.e Expérience on a eu N C*b*=19 · 36 : pour *ba* ſeule ; & BA lui étant jointe, on a eu N C*b*=20°· 5.

§. 206. J'ai cru devoir répéter des Expériences aussi importantes: j'en ai donc fait de semblables le 14 Février 1776, avec un soin extraordinaire. En voici trois qui méritent toute notre attention. §. 206. Nouvelles Expériences.

CXXXVI. Expér. J'ai pris la lame, n.° 7; que j'ai placée perpendiculairement à 1 p. 1 $\frac{1}{4}$ l. du centre de mouvement; j'ai fait $bk = 4$ p. En supposant que NS est le méridien, j'ai trouvé, ...

La lame *ba* étant seule, ... $ACa = 13°\ 7\frac{1}{2}'$
Mettant au centre l'Aiguille dont je me suis servi, §. 149, & à-peu-près parallélement, mais pas exactement, j'ai eu............ $ACa = 16\ \ 16\frac{1}{2}$
Différence, ... $9'$ E.

L'Aiguille BA étoit distante de 7′ du méridien: prenant donc un milieu, ce systême aura dévié de 8′ vers l'E. de la direction qu'il avoit avant que BA y fût ajoutée.

CXXXVII. Expér. J'ai mis ensuite $ba = 2$ p. 1 $\frac{1}{4}$ l. faisant $ak = 4$ p. & j'ai trouvé, ...

Lorsque *ba* étoit seule, ... $BCb = 23°\ 28\frac{1}{2}'$ $ACa = 28°\ 13'$.
J'ai mis ensuite la même Aiguille au centre; mais je l'ai inclinée de façon que le pole B. étoit contigu au côté O. de la lame *ba*, j'ai eu ..... $BCb = 21\ \ 16$ $ACa = 30\ \ 22$
Différence, ... $2°\ 13'$........ $2°\ \ 9'$.

Donc ce systême a dévié vers l'O. de $2°\ 10\frac{1}{2}'$, en prenant un terme moyen; c'est-à-dire, différé d'autant de la direction, qu'avoit la lame *ba* avant que l'Aiguille lui fût ajoutée.

En confirmant la théorie, ces Expériences font voir combien il est nécessaire lorsque les lames tombent hors du centre de mouvement, qu'elles soient des parallélogrammes exacts, & aient des poles égaux.

§. 207. Théorême. §. 207. Si l'on posoit de chaque côté de BA, deux Aiguilles *ba*, *βα*, parfaitement *égales*, & dont les poles fussent exactement les *mêmes*, où $c'K = ck$, il est clair que ce système s'arrêteroit dans le méridien, quoique les centres magnétiques *k* & K ne coïncident pas avec les centres de figure : car en ce cas,
Fig. 30. $Cka = CK\alpha$, $\beta CK = bCk$: or *ka* & K*α*, B*k* & *β*K agissent en sens contraire & avec la même énergie : donc leurs actions se détruisent, & BA se dispose dans le méridien comme si elle étoit seule.

On sent bien que, dans tout autre cas, la lame BA ne sauroit s'arrêter dans le méridien.

Ce raisonnement si simple, & si je ne me trompe si sûr, est très-conforme à ce que l'Expérience m'a appris.

§. 208. Expériences. §. 208. J'ai pris, en Mars 1774, les deux Aiguilles dont il a été parlé ci-dessus (§§. 202, 249), qui étoient alors inégales en force, & dont les poles étoient inégaux : je les ai placés à des distances égales du centre de mouvement, de façon que $Cc' = Cc$, $c'K = ck$. Voici ce que j'ai trouvé.

CXXXVIII. Expér. $\beta CB = 20° \cdot 40'$: $bCB - 20° \cdot 50'$, différence de 10' : donc aberration de 5' à l'est du méridien magnétique.

CXXXIX. Expér. Cette différence étoit plus grande dans une Expérience que j'ai faite avant celle-ci : mais je me suis apperçu que *β*K étoit plus grand que *bk* : la différence étoit d'un tiers de ligne, j'avois trouvé $\beta CB = 20° \cdot 20'$: $bCB = 20° \cdot 52$: différence 32'.

§. 209. Nouvelles Expériences. §. 209. J'ai encore répété non-seulement, mais même varié ces Expériences en 1776. Voici ce que j'ai trouvé le 14 de Février, immédiatement après avoir fait l'Expérience 137.

CXL. Expér. J'avois mis, n.° 7, environ à 2 p. $1\frac{1}{4}$ l. à l'O.

j'ai fait $ak = 4$ p. j'ai eu .... BCb = 23° 29′ ACa = 28° 2′.
J'ai mis la lame, n.° 1 (§. 159),
à 2 p. à l'Est, faisant αK = 4 p.
j'ai eu .... BCb = 23 59 ACa = 27 37

Différence, ... 30′ .... 35′.

En prenant un milieu, différence $32\frac{1}{2}$.

J'ai eu, pour la lame, n.° 1,
ou $\beta\alpha$ .... βCB = 36° $36\frac{1}{2}$′ αCA = 26° 32′
CXLI. Expér. La lame, n.° 1,
étant restée seule, j'ai eu.. βCB = 35 41 αCA = 27 50

Différence, ... 55′ .... 58′

Ou, par un milieu, 57′, dont la lame, n.° 7, a détourné la lame, n.° 1.

CXLII. Expér. J'ai mis ensuite la lame n.° 7 à 1 p. $1\frac{1}{4}$ l à l'E. le reste étant comme ci-dessus: j'ai eu alors A. βCB = 36°. $21\frac{1}{2}$: différence de 40′ avec l'Expérience 141, & dont la lame n.° 7 a détourné la lame n.° 1.

Expériences qui confirment tout ce qui a été démontré.

§. 210. Les démonstrations & les Expériences que je viens de rapporter, & sur l'exactitude desquelles je ne puis avoir de doute, nous menent à dire un mot des Aiguilles composées de M. *Lous*, dont j'ai déjà parlé au commencement de cet ouvrage, (§. 16.) Je ne veux pas leur disputer ici l'avantage de se mouvoir avec plus de force, c'est-à-dire, de faire leurs oscillations en moins de tems. Nous verrons ci-après (§§. 319, 321), quel degré de mobilité il faut à une Aiguille: mais il s'agit de savoir si ces Aiguilles composées peuvent indiquer le méridien avec exactitude: c'est-là le point capital. On vient de voir, §§ 201, 203, 207, dans quels cas cela peut avoir lieu: & il est clair, par tout ce que nous venons de dire, que ces cas doivent être très-rares. Supposons même qu'on soit parvenu à en avoir un avec exactitude: le changement de forces, auquel les

§. 210. Examen des Aiguilles de M. *Lous*.

Aiguilles sont continuellement sujettes, comme on le verra dans le Chapitre XV, fait que ce cas ne sauroit avoir lieu toujours. Je me crois donc autorisé à conclure, 1.° Qu'il est très-difficile de construire des Aiguilles composées qui indiquent le vrai méridien. 2.° Que des Aiguilles qui l'indiqueroient au moment de leur construction, ne l'indiqueroient pas toujours. D'où il suit que ces Aiguilles me paroissent devoir être rejettées. Mais il est juste de voir ce que l'Auteur en dit.

§. 211. Raisons de M. *Lous.*

§. 211. Voici comme M. *Lous* s'en exprime. « Il est important de savoir si ces Aiguilles composées peuvent nuire à la » direction de la rose, ou si elles la poussent plutôt dans le méridien avec *plus de certitude*. Pour m'en convaincre, j'ai fait » un si grand nombre d'Expériences avec ces Aiguilles parallèles, que je suis convaincu qu'elles se dirigent dans le méridien avec beaucoup plus de certitude (*longe certius*) qu'une » Aiguille simple. » Pour prouver ceci, l'Auteur ajoute un raisonnement, qui ne me paroît pas fort concluant, mais qui ne fait rien à l'affaire ici, parce qu'il s'agit d'Expériences. Il ajoute ensuite, p. 53. « L'Expérience m'a convaincu, depuis long-tems, » que la rose indique le méridien d'autant mieux (*eò certius*), » qu'elle a plus d'Aiguilles parallèles : de plus de vingt que » j'ai faites selon les préceptes que je vais donner, pas une » seule n'a dévié du méridien le moins du monde, (*ne latum* » *unguem aberrassè inventa est*), quoique je me sois quelquefois » servi d'Aiguilles un peu courbées par la trempe, ce qu'il est » difficile d'éviter. »

Pour ce qui est de la supposition, voici comme M. *Lous* s'y prend *p.* 114. Il prend un parallélogramme de bois de 6 ou 8 l. de longueur, qui porte une chappe : au moyen de sangles de parchemin (*membranaceis cinguiis*), il attache de chaque côté une lame. Ces lames pesent 148 grains, sont parallélepipèdes, & ont 7·85 pouces de longueur. M. *Lous* s'est servi dans ses Expériences d'un appareil à-peu-près semblable, & peut-être même moins exact, parce qu'il se contentoit de mettre ces lames dans les entailles d'un parallélogramme de bois qui porte la

chappe

chappe. Au reste, M. *Lous* ne marque pas de quelle façon il s'est assuré que ce systême d'Aiguilles s'arrêtoit exactement dans le méridien. Il s'ensuit même de ce qu'il dit, que ce systême s'arrête mieux & plus exactement dans le méridien que des lames simples ; il s'ensuit, dis-je, que ce systême auroit une direction différente de celle de ces lames, car sans cela il auroit fallu dire tend aussi-bien (*atque recte*, *atque certo ducit.*) Mais si cela est, comment M. *Lous* s'est-il assuré de la position du méridien ? Il n'entre là-dessus dans aucun détail : je me flatte donc que des Expériences, s'il m'est permis de le dire, un peu vaguement décrites, ne prouvent rien contre la théorie que j'ai donnée, & contre mes Expériences : j'ai décrit celles-ci dans le plus grand détail, & l'on verra ci-dessous comment je m'assure de la direction du méridien magnétique.

§. 212. Nous considérons une lame comme composée de tranches, ou comme un systême d'Aiguilles linéaires. On peut donc appliquer à une pareille lame ce que nous avons démontré §§. 201, 203, 207. On aura donc le théorême suivant. « Si on a » une lame dont les côtés soient exactement parallèles, & dont » les deux parties, comprises entre les côtés, & la ligne qui, » parallèle à ces côtés, passe par le centre magnétique, soient » exactement égales en grandeur, en figure, & en force, cette » Aiguille s'arrêtera dans le méridien : mais si une de ces con- » ditions vient à manquer, elle ne s'y arrêtera pas. Si cependant » elles manquoient toutes ensemble, il se pourroit qu'il se fît » compensation d'erreurs. » Il nous paroît important de considérer chacune de ces conditions plus en détail. §. 212. Application aux lames.

§. 213. Il faut premièrement que la figure des parties βBAα & BbaA soit égale. Supposons, en effet, que la partie BbaA devienne B$b'a'$A, il y aura alors équilibre entre $\beta\alpha$AB & AaBb, si nous supposons les forces des particules de chaque ligne B$\beta\alpha a$ & ba égales. La partie $bb'a'a$ troublera donc l'équilibre, & l'Aiguille ne s'arrêtera pas dans le méridien. §. 213. Première condition. *Fig. 30.*

Il suit de-là, qu'il faut considérer la partie qui dérange la

direction de la lame, comme jointe à la lame *ba*, & agissante à la distance C*k'* du centre de mouvement. Des lames larges auront donc en général plus de force pour troubler cette direction que des lames étroites, & il sera par conséquent avantageux d'employer des lames minces.

§. 214. Première suite d'Expériences.

§. 214. Voici trois Expériences faites avec la lame n.o 3, & qui sont d'autant plus propres à confirmer ceci, que cette lame est un parallélogramme très-exact. Cette lame étoit suspendue de la façon que je décrirai §. 313.

I. Expér. CXLIII. Expér. Le 5 Janvier 1775, le centre de mouvement étoit distant de l'axe d'une sixième partie de l'épaisseur de l'Aiguille; c'est-à-dire, d'une 15.e partie de ligne, mais à la meme distance des extrémités que le centre magnétique. Celui-ci étoit distant, du pole N, de 4 p. 11·4 l. &, du pole S, de 4 p. 8·7 l. Le centre étant, ...

Dans la partie orientale;	Dans l'occidentale.
Le pole N marqua $2\frac{1}{2}'$ E.	Le pole N marqua $5\frac{1}{2}'$ O.
	S marqua $4\frac{1}{2}'$ E.

Cette déclinaison n'est que relative; je n'ose pas assurer que le point *o* coïncidât, à quatre ou cinq minutes près, avec le vrai méridien. Mais le point *o* étoit celui qu'indiquoit l'Aiguille, lorsque le centre de mouvement étoit au milieu de l'épaisseur.

II. Expér. CXLIV. Expér. Le centre de mouvement tomboit à 2 l. plus près, du pole S, que dans le cas précédent: il fut détourné latéralement de la même quantité; j'ai eu, le centre de mouvement étant, ...

Dans la partie occidentale;	Dans la partie orientale.
Pole N, à $16\frac{1}{2}'$ E.	Pole N, à $4\frac{1}{2}'$ O.
S, à $13\frac{1}{2}'$ O.	S, à $5\frac{1}{2}'$ E.

III. Expér. CXLV. Expér. Les mêmes choses ayant lieu; mais le centre de mouvement étant à 2 l. plus près du pole boréal, que dans

la première Expérience, j'ai eu, le centre tombant ....

Dans la partie occidentale;	Dans la partie orientale.
Pole N, à $7\frac{1}{2}'$ E.	Pole N, à $2\frac{1}{2}'$ O.
S, à $8\frac{1}{2}'$ O.	S, à $4\frac{1}{2}'$ E.

§. 215. J'ai répété ces mêmes Expériences le 6 de Janvier. Le pole auſtral étoit le plus fort : il étoit au boréal comme 1 · 3 à 1 : le centre magnétique à 4 p. 6 l. du pole auſtral, & à 5 p. 2 · 1 l. du pole boréal. §. 215. Seconde ſuite d'Expériences.

CXLVI. Expér. Le centre de mouvement étant détourné latéralement d'une quinzième partie de ligne, mais étant à la même diſtance des poles que le centre magnétique, j'ai eu pour déclinaiſon relative, lorſqu'il étoit dans la partie occidentale, 4′ E pour le pole boréal. IV. Expér.

CXLVII. Expér. Lorſque le centre de mouvement étoit diſtant de 2 l. du centre magnétique, dans la partie .... V. Expér.

Auſtrale;	Boréale.
Pole N, 9′ E.	Pole N, 13′ E.
S, 19′ O.	S, 16′ O.

J'ai donné tous mes ſoins à ces Expériences : je ne me flatte cependant pas d'avoir toujours pu éviter des erreurs de 2′ ou 3′. Ces Expériences prouvent donc que la direction de l'Aiguille eſt différente, ſelon que le centre de mouvement tombe dans un point ou dans un autre.

Comme on meſure ordinairement la déclinaiſon, par la ligne qui paſſe par le centre de mouvement, & qu'ici j'ai toujours pris celle qui paſſe par le milieu de la lame, il faudra faire une petite correction à nos nombres. $\frac{1}{15}$ de ligne répond, dans notre cas, à-peu-près à 4′, qu'il faudra (ajouter aux / retrancher des) angles à l'O. & (retrancher des / ajouter aux) angles à l'E. ſelon que le centre de mouvement tombe dans la partie (occidentale / orientale) de l'Aiguille.

On trouvera ci-deſſous (§. 219), d'autres Expériences analogues à celles-ci.

§. 216. Seconde condition. §. 216. Il faut en second lieu (§. 212), que la figure soit semblable, c'est-à-dire, que les parties B*a*, *ha*, situées à égales distances du centre de mouvement C, aient la même longueur. *Fig. 30.* Il faut donc que la lame soit parfaitement formée en parallélogramme; ou, si elle est terminée en pointe, flèche, ou autrement, que les parties $\beta B \zeta$, & $\zeta B b$ soient parfaitement semblables & égales.

Au reste, nous avons raisonné comme si la lame n'avoit aucune épaisseur : mais il est clair qu'il faut que la lame soit partout également épaisse, ou, si elle ne l'est pas, que les inégalités soient également & semblablement situées des deux côtés de BCA.

§. 217. Troisième condition. §. 217. Il faut enfin (§. 212), que les forces des parties soient égales. C'est, en effet, là-dessus qu'est fondée la démonstration de l'égalité des actions de $\beta\alpha$ & *ba* : si elles ne l'étoient pas, la partie la plus forte prévaudroit en s'approchant, ou tâchant de s'approcher davantage du méridien, que l'autre.

Quand on aimante une lame, soit par la méthode de la double touche, ou autrement, on suppose que la force se communique également selon la largeur, de façon que si on supposoit la lame divisée en tranches longitudinales, $\beta\alpha$, BA, *ba*, les particules de ces tranches auroient, à distances égales du centre magnétique, des forces égales. Si cette égalité n'a pas lieu, il est clair qu'une pareille lame ne s'arrêtera pas dans le méridien, quoique toutes les autres conditions soient d'ailleurs remplies. Voici des Expériences que j'ai faites, avec un très-grand soin, le 15 de Janvier 1776.

§. 218. Première suite d'Expériences. §. 218. J'ai employé une lame n.° 5, longue de 7 p. 11 · 3 l. large de 2 · 3 l. & qui pese 288 gr : elle est parfaitement durcie, & c'est un parallélogramme parfait.

I. Expér. CXLVIII. Expér. J'ai frotté la lame sur la plus petite face; c'est-à-dire, l'épaisseur, du côté qui seroit l'occidental dans la suspension. Je l'ai frottée huit fois avec le pole austral d'un bar-

reau, en allant du N. au S. D'où il suit, 1.° Que le pole N. étoit le plus fort : 2.° Que le côté O. étoit plus fort que le côté E. au moins jusqu'à une certaine épaisseur de la lame.

J'avois déterminé le méridien avec la plus grande précision.

J'ai suspendu cette lame, de façon que le centre de mouvement tomboit exactement dans l'axe. Le pole boréal faisoit avec le méridien un angle de 2°, 33′ à l'Est.

CXLIX. Expér. J'ai frotté ensuite de la même façon, & avec le même pole, le quart de la largeur de la lame. Il résultoit de-là, 1.° Que le pole N. étoit le plus fort. 2.° Que ce quart avoit plus de force que les trois autres quarts de la largeur. J'ai suspendu la lame comme ci-dessus : le pole N. a fait un angle de 1°. 40′ E. II. Expér.

CL. Expér. J'ai frotté ensuite la moitié de la largeur, c'est-à-dire, la moitié *Cc*. Le pole N. a fait un angle de 2°. 31′ E. avec le méridien : d'où il suit que l'inégalité entre les parties homologues, a été plus grande que dans l'Expérience précédente. III. Expér.

CLI. Expér. J'ai frotté de même les trois quarts de la largeur, & le pole N. a fait avec le méridien un angle de 1° E. IV. Expér.

CLII. Expér. J'ai enfin frotté de même la largeur entière, & le pole N. a fait avec le méridien un angle de 26′ E. V. Expér.

On trouvera encore une Expérience semblable dans le §. 251.

La déviation de l'Aiguille a donc augmenté ou diminué à mesure que l'inégalité des forces des parties homologues a été plus grande ou moindre. J'ai mesuré cette inégalité à la fin de chaque Expérience, hormis à la dernière, en me servant de la méthode qui sera décrite §. 306. J'ai eu : . . . . VI. VII. Expér.

CLIII. Expér.		CLIV. Expér.	
A la fin de l'Expér. 148.e		A la fin de l'Expér. 149.e	
Côté foible,	28° 45′	Côté foible,	34°
Côté fort, . .	30	Côté fort, . .	35
Différence, .	1° 15′	Différence, .	1°

VIII. IX. Expér.

CLV. Expér.		CLVI. Expér.	
A la fin de l'Expér. 150.e		A la fin de l'Expér. 151.e	
Côté foible,	40°	Côté foible,	46° 48′
Côté fort, . .	41 30	Côté fort, . .	47 48
Différence, .	1° 30′	Différence, .	1°

J'ai poussé dans ces Expériences la précaution aussi loin qu'il m'a été possible.

§. 219. Seconde suite d'Expériences.

§. 219. J'avois fait graver sur cette lame quatre lignes droites, qui divisoient sa largeur en quatre parties égales : j'avois fait faire pour la suspension un étui tel que je pouvois détourner latéralement le centre de mouvement, même de toute la largeur de la lame, & rétablir aisément l'équilibre horisontal. C'est au moyen de cet équipage que j'ai fait les Expériences suivantes.

CLVII. Expér. J'ai mis le centre de mouvement au quart de la largeur dans le côté le plus foible, celui qui étoit à l'est : & l'angle que l'extrémité N. de l'axe faisoit avec le meridien, a été de 28′ O. Mais, à cause que cette lame a 2·3 l. de largeur, sur 7 p. 11·3 l. de longueur, le quart de cette largeur repond à 41′ : donc l'extrémité de la ligne gravée sur laquelle le centre de mouvement tomboit actuellement, fait avec le méridien qui passe par ce centre, un angle de 41′—28′=13′ E.

CLVIII. Expér. J'ai mis ensuite le centre de mouvement au quart de la largeur, dans la partie la plus forte, ou celle qui étoit à l'O. & j'ai eu . . . .

L'angle que l'extrémité N. de l'axe fait avec le méridien, 45′ E.
L'angle que fait la ligne gravée, avec l'axe, ... 41′ E.
Donc l'angle que fait l'extrémité de la ligne gravée, sur laquelle tombe actuellement le centre de mouvement, avec le méridien, ... 4′

Donc cette lame diffère, à présent, peu du vrai méridien.

§. 220. Conséquences.

§. 220. On voit donc, par ces Expériences, combien il est nuisible que les parties homologues des lames ou des Aiguilles

aient des forces inégales. 2.° Combien il l'eſt encore que le centre de mouvement tombe hors de l'axe. Enfin 3.° Combien ces erreurs ſont grandes s'il tombe dans la partie la plus foible, au lieu qu'il peut quelquefois y avoir une compenſation s'il tombe dans la partie la plus forte. Tous ces phénomènes ſont des ſuites néceſſaires de notre théorie.

Les Artiſtes doivent donc employer tous leurs ſoins à faire coïncider le centre de mouvement exactement avec le centre magnétique, ou, du moins, à le faire tomber ſur l'axe: à rendre les forces des parties homologues égales, & les poles égaux. Car, quoiqu'il n'importe plus lorſque les poles ſont exactement égaux, que le centre magnétique tombe ſur l'axe ou non, que les extrémités des deux parties de la lame, qui ſont des deux côtés de l'axe, aient des figures égales, cependant comme les forces ſont dans un changement continuel, & que l'Aiguille dévie lorſqu'ils ſont inégaux, ſi toutes ces conditions n'ont pas lieu, il eſt clair que rien ne peut nous diſpenſer d'y avoir égard.

§. 221. On a vu (§. 218,) comment j'ai rendu inégales les forces des parties homologues de la lame n.° 5. On voit encore que plus la partie de la largueur que j'ai frottée étoit grande, & moins l'inégalité a été conſidérable. Il paroît en réſulter, que cette inégalité aura, toutes choſes d'ailleurs égales, moins lieu dans des lames fort étroites: &, en effet, j'ai trouvé que la lame n.° 7, avoit par-tout une force égale à ſon épaiſſeur, & non ſelon ſa largeur; nouvelle raiſon de preférer des lames étroites. §. 221. Avantage des lames étroites.

CHAPITRE X.

Examen d'un ſyſtême d'Aiguilles, placées obliquement.

§. 222. Énumération des cas.

§. 222. NOUS VENONS d'examiner ce qui a lieu pour des ſyſtêmes d'Aiguilles poſées parallélement les unes aux autres : celles-ci repréſentent des lames droites aimantées. Voyons à préſent ce qui a lieu pour des ſyſtêmes d'Aiguilles inclinées. Cet examen contient trois cas. Car ,

1.° Toutes les Aiguilles paſſent par le centre de mouvement.

2.° Toutes les Aiguilles ſont inclinées les unes aux autres, en ſe rapprochant vers le haut ; c'eſt le cas des Aiguilles faites en fuſeau applati, & de celles qui portent des flèches.

3.° Enfin les Aiguilles ſont réellement ſéparées les unes des autres ; c'eſt le cas des *loſanges*, dont l'uſage eſt ſi univerſellement répandu.

Des Aiguilles divergentes.

§. 224. Examen des Expérienc. de M. *Muſſchenbroek.*

§. 224. Le premier cas eſt le plus aiſé, parce qu'il ſe réduit à des Aiguilles droites, dont toutes les parties ſont un même angle avec le méridien. Nous examinerons ici les Expériences de M. *Muſſchenbroek*. Ce Phyſicien en a fait un grand nombre ſur la direction qu'aquiert un ſyſtéme d'Aiguilles, ſoit droites, ſoit courbes, & cela dans la vue d'examiner l'opinion de quelques Phyſiciens, qui croyoient pouvoir faire, par ce moyen, des Aiguilles ſans déclinaiſon (*f*).

(*f*) Eſſais de Phyſique, §§. 561-577.

§. 225. Supposons qu'on ait deux Aiguilles BA, $\beta\alpha$, mobiles sur le même centre C : supposons que ce centre soit en même-tems le centre magnétique de chacune des Aiguilles; soit la force de B $= b$: celle de $\beta = \beta$, BC $= l$, βC $= \lambda$, A.BC$\beta = p$, BCN $= x$, NC$\beta = y$, NS le méridien magnétique : il est clair qu'on aura pour l'équilibre, $bl^2 \sin x = \beta\lambda l \sin y$: soit $l = m\lambda$, on aura (§. 86) $m^2\lambda^2 b \cdot \sin x = m\beta\lambda^2 \sin y$, ou $mb \sin x = \beta \sin y$: donc si $b = \beta$, $m = 1$, on aura $x = y$. C'est en effet ce que trouva M. *Musschenbroek* : il posa l'une sur l'autre, deux Aiguilles parfaitement égales, & de même force, de façon que BC$\beta = 27°$: l'une d'entr'elles s'arrêta dans le vrai méridien; & en effet BCN $=$ NC$\beta = 13\frac{1}{2}°$; mais la déclinaison étoit alors, à Utrecht, de $13\frac{1}{2}°$ à l'O. donc βC devoit s'arrêter dans le vrai méridien. §. 225. I. Expérience. *Fig. 31.*

§. 224. M. *Musschenbroek* prit ensuite une Aiguille, de $5\frac{1}{2}$ p. du poids de 87 gr. & une autre de 8·7 p. du poids de 232 gr. il trouva que BCβ devoit être de $17\frac{1}{2}°$, pour que $\beta\alpha$, s'arrêtât dans le vrai méridien; c'est-à-dire, pour que l'angle βCN fût de $13\frac{1}{2}°$. §. 224. II. Expér.

Pour avoir le même effet, l'angle BCβ devoit être de $23\frac{1}{2}°$, en employant l'Aiguille BA de 6·3 p. & du poids de 115 gr. III. Expér.

On aura, dans le premier cas, $bl^2 \sin x = \beta\lambda l \sin y$, $l = 4 \cdot 35$, $\lambda = 2 \cdot 75$: donc $4 \cdot 35\, b \cdot \sin x = 2 \cdot 75\, \beta \sin y$, & $b \sin x = 0 \cdot 632\, \beta \sin y$. Si l'on supposoit $b = \beta$, on auroit $\sin x = 0 \cdot 632 \sin y = 0 \cdot 632 \sin 13\frac{1}{2} = 0 \cdot 1475$, ou $x = 8° \, 29'$: mais x n'étoit que de 4°, dans l'Expérience : donc $\beta\alpha$ est plus approché du méridien : donc $b > \beta$. Calcul.

Supposons donc, selon l'Expérience, $x = 4°$: soit $b = n\beta$; on aura $n \sin 4° = 0 \cdot 1475$: donc $n = 2 \cdot 115$.

On aura de même, pour la troisième Expérience, BL$\lambda \sin x = \beta\lambda^2 \sin y$: or L $= 3 \cdot 15 \cdot \sin x = \sin 10°$. Soit B $=$ Nb, on aura N $\sin x = \frac{2 \cdot 75}{3 \cdot 15} \sin y = 0 \cdot 873 \sin y = 0 \cdot 2038$, & N $= 1 \cdot 174$.

On aura donc, pour ces trois Expériences, $\beta\alpha$, BA & B′A′, les forces comme 1, 2·115 & 1·0728; ce qui est très-conforme à ce qu'on sait d'ailleurs sur la communication de la force magnétique; car l'Aiguille BA est la plus grande, $\beta\alpha$ la plus petite, & B′A′ moyenne entre les deux autres.

§. 226. IV. Expér. §. 226. Ayant ainsi déterminé ces forces, examinons une quatrième Expérience.

Les deux Aiguilles B′A′ & $\beta\alpha$ faisoient entr'elles un angle de 16°: on y joignit l'Aiguille BA, qui faisoit, avec $\beta\alpha$, un angle de $33\frac{1}{2}$°: on trouva alors que l'Aiguille $\beta\alpha$ déclinoit de 10°
Fig. 32. vers l'E. c'est-à-dire, faisoit un angle de 23° 30′ à l'Est du méridien, & B′A′ seulement de 6°.

On a donc βCB′ $= 16°$, BCβ $= 33\frac{1}{2}°$: donc B′Cβ $= 17\frac{1}{2}°$; & le résultat, de l'Expérience, donne βCN $= 23\frac{1}{2}°$, B′CN $= 17\frac{1}{2}$ E. & NCB $= 10°$.

Soit BCN $= x$, B′CN $= y$, NCβ $= z$, on aura $x + z = 33\frac{1}{2}$, $y = x - 16 = 17 - z$: donc $\beta\lambda^2 \sin x + \mathrm{BL}\lambda \sin g = bl\lambda \sin z$, ou $2.75 \sin x + 1 \cdot 174 \times 3 \cdot 15 \sin y = 2 \cdot 115 \times 4 \cdot 35 \sin z$, ou $\sin x + 1 \cdot 334 \sin y = 3 \cdot 34 \sin z$: donc ....
$\sin x + 1 \cdot 334 (\sin x \cos 16° - \sin 16° \cos x) =$ ....
$3 \cdot 34 \sin 33\frac{1}{2} \cos x - 3 \cdot 34 \cos 33\frac{1}{2} \sin x$; ce qui se réduit à $5 \cdot 8648 \sin x = 2 \cdot 2112 \cos x$, ou $\tan x = 0 \cdot 4366 = \tan 23° 35'$; au lieu que l'Expérience donne 23° 30′; accord très-surprenant, d'autant plus que nous n'avons pu tenir compte des petites irrégularités, qui se seront sûrement trouvées dans les forces des poles: cet accord confirme donc, de la façon la plus forte, les formules que nous avons données ci-dessus, & les principes dont nous les avons déduites.

§. 227. Remarque. §. 227. Il est important d'observer, que ces Expériences donnent un moyen bien simple de connoître la force relative des deux poles des Aiguilles, indépendamment de toute hypothèse. Il n'y auroit qu'à arranger ces Aiguilles de la façon dont elles l'ont été dans l'Expérience de M. *Musschenbroek*, que nous

venons d'examiner. Ces Expériences combinées avec celles qu'on feroit en employant la méthode expliquée ci-dessus, ainsi que les tems des oscillations, pourroient répandre beaucoup de jour sur l'attraction magnétique.

§. 228. C'est à dessein que j'ai choisi ces quatre Expériences de M. *Musschenbroek* : la seconde & la troisième ont servi à déterminer la force des poles, de laquelle ce Physicien n'avoit fait aucune mention. On trouve dans son ouvrage plusieurs autres Expériences, faites avec des Aiguilles également grandes. Si ces Aiguilles ont été faites du même fer, & aimantées de la même façon, il est vraisemblable que leurs forces auront été égales, & qu'ainsi il ne faudra avoir égard dans le calcul qu'aux seuls sinus d'incidence : & en effet il y a plusieurs Expériences qui répondent assez bien à ce calcul : mais en voici une qui s'en éloigne beaucoup, & du résultat de laquelle M. *Musschenbroek* s'est fort étonné. §. 228. V. Expér. *Fig.* 33.

Il a pris trois Aiguilles égales, de $5\frac{1}{2}$ p. L'A. BCf étoit de $65^\circ \cdot 30'$, A. $fCb = 42' \cdot 30'$ · B & b sont des poles boréaux, mais f est un pole austral. M. *Musschenbroek* a trouvé que l'Aiguille BA s'arrêtoit dans le vrai méridien, sans avoir aucune déclinaison, c'est-à-dire, que l'angle NCB a été de $13\frac{1}{2}$, si on suppose que NS est le méridien magnétique.

Soit $NCB = x$, $y = fCN = 65\frac{1}{2} - x$. $NCS = z =$ supplém. de $NCb = 72^\circ + x$. N'ayant donc aucun égard aux forces on aura, $\sin x + \sin(65\frac{1}{2} - x) = \sin(72^\circ + x)$ ou $\sin x = 0 \cdot 1487 \times \cos x$, ce qui donneroit $x = 8^\circ + 28'$, au lieu de $13^\circ\frac{1}{2}$.

Il suit de-là, que l'action des Aiguilles BC & fC a plus excédé celle de bC, qu'on ne l'a supposé dans le calcul, ce qui ne peut venir que des différentes forces. Il n'y a malheureusement aucune Expérience qui puisse servir à les déterminer, parce que M. *Musschenbroek* s'est servi tantôt de trois Aiguilles, tantôt de quatre Aiguilles, sans les désigner par quelque n.° particulier. Mais il est très-aisé de faire voir qu'une très-petite différence

dans les forces a pu causer cette grande différence dans l'Expérience : supposons, par exemple, que l'Aiguille *bc* ait ses deux poles égaux : mais que son pole *b* ait été au pole *s* ou B comme $1 \cdot 024$ à 1, différence assurément très-petite : on aura $\sin x + \sin y = 1 \cdot 024 \sin z$: or supposez réellement $x = 13^{\circ} \cdot 30'$. Donc $y = 52^{\circ}$, $z = 94 + 30'$, il faudra que l'on ait, $\sin 13\frac{1}{2} + \sin 52 = 1 \cdot 024 \sin (94\frac{1}{2})$: & en effet on trouve $0 \cdot 2334 + 0 \cdot 7880 = 1 \cdot 024 \times 0 \cdot 9969 = 1 \cdot 0214$. Ce qui suffit pour faire voir à quelles causes il faut attribuer le résultat de cette Expérience.

M. *Musschenbroek* s'attendoit à voir l'Aiguille BA décliner vers l'O, parce que l'Angle *s*C*a* étoit plus grand que *s*CA : mais l'Aiguille n'ayant eu, au contraire, aucune déclinaison, il en conclut qu'elle a été poussée dans le méridien par la seule force de l'Aiguille *ba* : ce qui paroît venir, dit-il, de ce que les Aiguilles ont dans ce pays une direction plus forte vers le nord que vers le sud : mais il ne seroit pas difficile de faire voir que M. *Musschenbroek* n'a pas fait toute l'attention requise au principe du sinus d'incidence.

J'examinerai dans la suite les Expériences que M. *Musschenbroek* a fait avec des Aiguilles courbes.

Des Aiguilles en fuseau applati.

§. 229. Théorie. *Fig. 25.* §. 229. Il est clair qu'on peut considérer des Aiguilles faites en forme de fuseau applati, comme un système d'Aiguilles BCA, *g*Cγ, *d*CS, *a*Cα, &c. qui passent par le centre, & dont la longueur augmente par degrés : ce que nous venons de dire s'y applique naturellement, c'est-à-dire, qu'à l'exception d'un très-petit nombre de cas, un pareil fuseau ne montre pas le vrai méridien magnétique, à moins que les parties λB*i* & λA*l* ne soient égales & semblables en figure & en force : il en est de même des parties *a*$\lambda\pi$, & *pla*, de l'anneau *ap*$\lambda\pi$: mais si l'Aiguille n'a que deux poles, cette partie est très-près du centre magnétique, & par conséquent n'a que peu de force & peu d'influence. Or il est évident qu'il est beaucoup plus difficile à l'Artiste de remplir

les conditions requiſes dans les courbures B*ga*, B*mp*, αjA, πpA, que dans des lames droites. Ces figures en forme de navettes ſont néceſſairement plus ſujettes à erreur, & plus préjudiciables par cette ſeule cauſe.

CLIX. Expér. Nous avons déjà dit (§. 2), ce que M. *de la Hire* penſoit de ces Aiguilles, & les Expériences, qu'il a faites ſur ce ſujet, confirment notre ſentiment. J'ai examiné des Aiguilles, de cette forme, que je poſsède, & dont j'ai parlé ci-deſſus (§. 121). Après avoir déterminé avec ſoin le méridien magnétique, j'ai trouvé que le fuſeau, n.° 1, en dévioit de 23′ E. & le n.° 2, de 8′ E. de ſorte que ces deux fuſeaux différoient entr'eux de 15′.

§. 230. Autre raiſon pour rejetter ces Aiguilles.

§. 230. Nous avons déjà dit, §. 121, que les Aiguilles de cette forme acquéroient ſouvent pluſieurs poles : c'eſt une nouvelle ſource d'erreurs dont nous avons parlé au long, & qui ſuffiroit ſeule pour rejetter ces Aiguilles. Il eſt inutile d'entrer là-deſſus dans de plus grands détails.

§. 231. Des Aiguilles à flèche.

§. 231. Tout ce que nous venons de dire s'applique ſi évidemment aux Aiguilles qui ſont terminées en flèche, & fait voir ſi clairement qu'elles ne ſauroient être bonnes à moins que les deux bras de la flèche ne ſoient égaux en grandeur & en force, & diſpoſées de la même façon, qu'il n'eſt pas néceſſaire de s'arrêter là-deſſus.

CHAPITRE XI.

Des Aiguilles en losange.

§. 232. Réflexions générales.

§. 232. COMME les losanges sont assez universellement adoptés pour les roses de Boussole, ils exigent un examen plus détaillé. Nous avons déjà rapporté, au commencement de ce Mémoire (§§. 9. 12), les idées & les Expériences de MM. *Bougner* & *Knight* sur cette matière, & nous avons dit qu'ils n'avoient pas appuyé leur sentiment sur des raisons assez concluantes. Les principes que nous avons exposés paroissent devoir nous mener à des conclusions plus certaines.

Fig. 34.

Il s'agit donc d'examiner ce qui est requis pour qu'un losange KB*ka*, ou son extrémité B indique le méridien magnétique.

Nous supposons que les quatre côtés du losange soient égaux, & que les angles opposés le soient aussi : car c'est ainsi qu'on les fait ordinairement; ou bien les angles K & *k* sont un peu arrondis, ce qui arrive en courbant les fils BKA, B*k*A.

On pourroit considérer ici deux cas, ou bien examiner ce qu'il faut pour que le point B indiquât le méridien, si la partie B*ka* ou KBA étoit seule, ou bien examiner ce qui est requis pour cet effet si l'on considère les deux parties ensemble.

C'est à ce dernier examen que nous nous arrêterons principalement. Je remarquerai seulement pour le premier cas, que la distance *k*C n'est pas arbitraire, puisqu'il faut qu'elle soit égale au sinus de l'A. *k*BA : ce qui est évident par la seule inspection de la figure.

§. 233. Défauts qui résultent de la construction des losanges.

§. 233. On sait qu'on aimante les parties B*k*A & BKA séparément, & qu'ensuite on les applique l'une contre l'autre : il en résulte deux effets très-remarquables.

1.° Comme l'a remarqué M. *Knight*, les poles b, B, a & α s'affoibliſſent, & cet affoibliſſement peut être très-inégal, & par conſéquent ſi l'on employoit dans le calcul les forces telles qu'elles ſont quand les deux parties ſont ſéparées de calcul, ne pourroit que s'éloigner beaucoup de la vérité.

2.° Il en réſulte un ſecond effet, au moins auſſi remarquable que le premier: c'eſt que le centre magnétique change de place. En effet, MM. *Æpinus (g)* & *Van-Swinden (h)* ont fait voir par nombre d'Expériences, que j'ai eu occaſion de répéter & de varier bien des fois dans le cours de mes recherches, qu'en approchant de l'extrémité d'un barreau magnétique, le pole ennemi d'un aimant, le centre magnétique du barreau s'éloigne de cette extrémité. Il eſt vrai qu'il y a ici deux poles b & a qui agiſſent à-la-fois ſur deux poles contraires B & α, ce qui diminue de beaucoup cette propulſion du centre magnétique; & il y a tout lieu de croire que, ſi ces parties BKA, & Bka ſont égales en force & en maſſe, & également trempées, qu'alors les poles reſtent égaux, & les centres magnétiques aux mêmes points, après que les deux parties ſont jointes.

§. 234. Suppoſons que les centres magnétiques ſoient en K & k; ſuppoſons de plus que BcA ſoit dans le méridien magnétique, & voyons ce qu'il faut pour qu'il y reſte.

§. 234. Calcul de la direction du loſange. *Fig. 34.*

On aura, pour la force de Bk, ...

$\frac{\beta}{Bk}$(Dk.CD.*ſin* BCD + Ek.CE.*ſin* BCE + Fk.CF.*ſin* BCF, &c. &c.);

Pour celle de Ak, ...

$\frac{\alpha}{Ak}$(δk.Cδ.*ſin* ACδ + μk.Cμ.*ſin* ACμ + φk.Cφ.*ſin* ACφ, &c.);

Pour AK, ...

$\frac{a}{AK}$(dK.Cd.*ſin* ACd + eK.Ce.*ſin* ACe + fK.Cf.*ſin* ACf, &c.);

Pour KB, ...

$\frac{b}{BK}$(D'K.CD'.*ſin* BCD' + E'K.CE'.BCE' + F'K.CF'.*ſin* BCF', &c.).

(g) *Tentamina Theoria Elect. & Magn.* §. 184, *ſeq.*

(h) *Tentamina Theor. Mathem. de Phœnom. Magneticis*, §. 49, *ſeq.*

Or, comme AK & kB agissent en même sens, opposé à celui des parties BK & Ak, il faut que la somme de la première & de la troisième quantité, soit égale à celle de la seconde & de la quatrième : mais, à cause de l'égalité supposée des angles & des côtés, tous ces coéficiens seront égaux : il faut donc qu'on ait $\beta + a = \alpha + b$. C'est le seul cas dans lequel l'équilibre puisse avoir lieu, dans le vrai méridien magnétique.

Voyons ce que cette condition exige.

§. 235. Examen des conditions requises.

§. 235. Il est clair que si $a = b$, il faut que $\beta = \alpha$. Donc, si on aimante séparément les parties bKa, & Bka, de façon que le centre magnétique tombe en K, & que par conséquent les poles a & b soient égaux, ainsi que α & β, il faut qu'après la jonction, tous les changemens qui arrivent à ces poles, soient tels que l'égalité reste entière. Or cela ne paroît pouvoir avoir lieu, que lorsque les barres sont également trempées, également aimantées, appliquées l'une à l'autre avec la plus grande attention. Or comme il est très-difficile, je dirai presqu'impossible de remplir toutes ces conditions, il est très-clair que les Aiguilles en losange n'indiqueront que rarement le méridien magnétique.

Si l'on vouloit examiner les forces de a & β, & de α & de b pour juger si une pareille Aiguille peut être bonne, on trouveroit un très-grand nombre d'obstacles; & j'avoue ne pas connoître de méthode pour y parvenir : car il faudroit que les poles pussent s'examiner séparément : mais si l'on sépare les parties, la force des poles change d'abord.

On pourroit, à la vérité, examiner les forces des poles B & A, c'est-à-dire, celles de b & de β réunis, ainsi que a & α : mais quand même l'égalité auroit lieu alors, on ne seroit pas en droit d'en conclure que $b = a$, $\beta = \alpha$. J'en excepterois peut-être un seul cas, celui où les points b & β, a & α seroient tellement contigus, qu'ils ne formeroient qu'un seul & même pole; mais c'est ce qui n'a lieu que très-rarement : au moins dans les roses que je possède, & qui sont celles dont on se sert pour les *compas de*

route,

route ſur nos vaiſſeaux, j'ai trouvé les poles *b* & B, *a* & *α* un peu éloignés l'un de l'autre.

§. 236. Il eſt vrai qu'il y a un cas où cette hypothèſe a réellement lieu; c'eſt celui où le loſange eſt fait d'un morceau de tole évuidé par le milieu, comme on le pratiquoit autrefois, & comme on le pratique peut-être encore aujourd'hui en quelques endroits. Mais, en ce cas-là même, il doit être très-difficile, & peut-être impoſſible de rendre ces poles égaux par la méthode ordinaire : car il faudroit pour cela, que deux perſonnes aimantaſſent les deux parties BKA & B*k*A à-la-fois, par la méthode de la double touche, par des aimants égaux, en preſſant par-tout également, & en commençant l'opération en K & *k*. Du reſte, lorſque les poles ſont inégaux, les centres magnétiques ne tombent pas en K & *k*, mais en d'autres points; ainſi, il ne ſauroit y avoir équilibre, à moins qu'il ne ſe fît quelque compenſation, ce qui peut arriver, & pourroit arriver auſſi quand même le loſange ſeroit de figure irrégulière. Mais ſi ces cas peuvent arriver par une eſpece de haſard, il ſeroit imprudent de s'y fier, puiſqu'ils ne doivent avoir lieu que rarement. §. 236. Des loſanges faits d'un morceau de tole évuidé.

Il réſulte de tout ceci, qu'il doit être bien rare que des loſanges faits avec toutes les précautions poſſibles, indiquent le vrai méridien. C'eſt auſſi ce que l'Expérience confirme. Je renvoie à ce que M. *Knight* a trouvé ſur ce ſujet; *voyez* §§. 12, 13. Voici mes propres Expériences, faites en Mars 1774.

§. 237. CLX. Expér. J'ai examiné deux roſes appliquées ſur des loſanges, & de celles dont on ſe ſert ſur nos vaiſſeaux. L'une marqua par ſon pole N, 1° 13′ plus à l'O. qu'une très-bonne Aiguille, & ſon pole S 2′ que le pole ſud de la même Aiguille. Elle revint toujours au même point, après en avoir été détournée de quelques degrés. Je reconnus enſuite que ſa figure n'étoit pas parfaitement régulière. B étoit d'une demi-ligne plus courte que CA : KC étoit plus longue que C*k*: la ligne K*k* paſſoit à une ligne au-deſſous du centre C. §. 237. Expériences. Première Expér.

Seconde Expér.

CLXI. Expér. Une autre rose ajustée sur une Aiguille dont les deux bouts étoient joints par des fils ED, FG, *fig.* 35, differa à-peu-près de 4° du méridien, & étoit languissante.

Troisième Expér.

CLXII. Expér. Enfin je fis moi-même un losange de deux barreaux d'acier, & dont la figure étoit régulière. Après la jonction, les deux centres magnétiques tomboient à-peu-près en K & en *k*, autant que j'en pus juger en répandant de la limaille sur une glace au-dessous de laquelle étoit l'Aiguille. Mais, avant la jonction, le centre magnétique de B*k* tomboit en *k*, & celui de BKA tomboit entre K & L (*fig.* 36), à-peu-près à 3 lignes de K. Cependant le losange n'indique pas le vrai méridien, mais dévioit de 1°·37′ E.

Quatrième Expér.

CLXIII. Expér. Je changeai un peu la situation de la barre B*k*A, de façon que le pole *a* restât contigu au pole *α*, & que le *β* fût éloigné de *k* de 2·7 l. Il en devoit résulter, 1.° Que la force du pole B devoit augmenter un peu : que tous les angles d'incidence BCD devoient devenir un peu plus grands, & que par conséquent l'action de la partie B*k* deviendroit un peu plus forte : mais par la même raison celle de A*k* augmente aussi, & elle agit en sens contraire : il en est de même de la barre B*k*A, dont les poles deviennent aussi plus forts; il n'est donc pas possible de dire *à priori* quelle partie doit prévaloir, tant qu'on ne sait pas selon quelle loi se fait cette augmentation de force. Je trouvai, par Expérience, que ce losange dévioit de 43′ de sa précédente direction, & ne faisoit, avec le méridien, qu'un angle de 54′.

Cinquième Expér.

CLXIV. Exper. Enfin je déplaçai la barre, de façon qu'elle n'étoit éloignée de la précédente, que d'environ une ligne : le losange faisoit, avec le méridien, un angle de 1° 24′ E.

Une distance de 1 ligne, a donc produit 30′ de changement.
2·7 43

Le tout vers l'O.

On voit donc, par-là, combien ces losanges sont imparfaits, & quelles grandes erreurs elles peuvent produire dans le décli-

naiſon. Chaque côté du loſange, que j'ai employé, a cinq pieds neuf lignes.

§. 238. On pourroit trouver, au moyen des principes poſés §. 238.
ci-deſſus, quelle direction doit acquérir un loſange dont on con- Calcul
noît les forces. Car ſuppoſant DCS le méridien : nommant de la direction.
D'CB, x, & déſignant les angles BCD, BCE, BCF, &c. par les lettres, D, E, F, on aura, pour Bk, ...

$$\frac{\beta}{Bk}(C\beta.\beta k.\sin x + CD.Dk.\sin(D+x) + CE.kE.\sin(E+x) + \&c.);$$

Pour KA, ...

$$\frac{a}{KA}(KA.Ca.\sin x + KD.Cd.\sin(d+x) + Ce.Ke.\sin(E+x) + \&c.);$$

Pour Ak, ...

$$\frac{\alpha}{Ak}(\delta k.C\delta.\sin(\delta - x) + \mu k.C\mu.\sin(\mu - x) + \varphi k.C\varphi.\sin(\varphi - x));$$

Pour KB, ...

$$\frac{b}{BK}(D'K.CK'.\sin(D'-x) + E'K.CE'.\sin(E'-x) + F'C.F'K.\sin(F'-x) + \&c.).$$

Or, à cauſe de l'égalité des angles kBA, BkA, les coéficiens ſont égaux ; on aura donc . . . .

$$\frac{\beta+a}{Bk}(CB.Bk.\sin x + CD.Dk.\sin(D+x) + CE.kE.\sin(E-x) + CF.FK.\sin(F+x), \&c.) =$$
$$\frac{\alpha+b}{BK}(DK.CK.\sin(D-x) + EK.EC.\sin(E-x) + FK.CF.\sin(F-x) + \&c.);$$

Équation qui, par la ſubſtitution des formules connues, pour les ſinus de la différence, & de la ſomme des angles, devient

$$(\beta+a)\left(\begin{matrix} CB.BK.\sin x + CD.DK.\sin D.\cos x + CE.KE.\sin E.\cos x \\ + CD.DK.\sin x.\cos D + CE.KE.\sin x.\cos E \end{matrix} + \&c.\right) =$$
$$(b+\alpha)\left(\begin{matrix} DK.CD.\sin D.\cos x + EK.EC.\sin E.\cos x + FK.CF.\sin F.\cos x + \&c. \\ - DK.CD.\cos D.\sin x - EK.EC.\sin x.\cos E - FK.CF.\sin x.\cos F - \&c. \end{matrix}\right).$$

Soit $b + a = n(\alpha + \beta)$, on aura . . . .

$$\sin x(CB.BK + CD.DK.\cos D + (n+1).EK.EC.\cos E + (n+1).FK.FE.\cos F, \&c.) =$$
$$\cos x((n+1).CD.DK.\cos D + (n-1).EK.EC.\sin E + (n-1).KF.CF.\sin F + \&c.);$$

Équation dont on tire, pour le cas de $n = 1$, $\sin x = 0$.

Si l'on ſuppoſoit, comme on le pourroit, les angles BCD, DCE, &c. égaux entr'eux, on auroit . . . .

$$\sin x(CB.BK + (n+1).CD.DK.\cos D + (n+1).EK.EC.\cos 2D + (n+1).FK.FC.\cos 3D, \&c.) =$$
$$\cos x((n-1).CE.EK.\sin 2D + CF.KF(n-1).\sin 3D + \&c.);$$

Séries dont il ſera aiſé de trouver la ſomme, dès que la proportion

des facteurs CD, KD, KE, CE, sera connue. Nous verrons, dans le Chapitre suivant, un cas où cela a réellement lieu.

§. 239. Conclusion. §. 239. Il est enfin aisé de voir, qu'on doit appliquer au mouvement d'un pareil losange tout ce que nous avons dit ci-dessus, (§. 195 *& seq.*), & ce que nous dirons encore ci-après, §. 346 *& seq.*

Il résulte donc de tout ceci, que des Aiguilles en losange sont très-imparfaites, puisqu'il est, sinon impossible, au moins très-difficile de les construire avec toutes les conditions requises pour qu'elles soient bonnes, & que d'ailleurs leur mouvement est irrégulier.

CHAPITRE XII.

Des Aiguilles courbes.

§. 240. NOUS N'AJOUTERONS que peu de choſe pour les Aiguilles courbes, tant parce qu'elles ne ſont pas en uſage dans la Marine, à moins qu'on n'y voulût rapporter la *fig.* 30, que parce qu'il ſera aiſé de déterminer ce qu'on en peut attendre. §. 240. Conditions générales. *Fig.* 34, 36.

Nous commencerons par l'examen du cercle. Tout ce que nous avons dit des loſanges s'y applique évidemment : & comme les points *b* & B coïncident, ainſi que *a* & *α*, il eſt clair, 1.° Que les poles doivent être égaux. 2.° Qu'ils doivent être diamétralement oppoſés. 3.° Que les centres magnétiques ſoient à 90° des poles. Ces trois conditions doivent donc être remplies, pour qu'un anneau de figure circulaire puiſſe indiquer le méridien magnétique. Or ces conditions ſont tellement liées qu'il ne paroît pas qu'une d'elles puiſſe avoir lieu ſans les autres. Il eſt donc clair qu'un pareil anneau ne s'arrêtera pas néceſſairement dans le méridien, ſi ces trois conditions ne ſont pas remplies, quoique cela puiſſe arriver par une compenſation des forces, qui agiſſent en ſens contraire.

§. 241. Pour ce qui eſt de la figure de cercle même, il eſt clair qu'on peut la faire au tour avec l'exactitude requiſe ; & qu'il n'y aura pas plus de difficulté à placer le centre de mouvement dans le centre de figure, qu'il n'y en a pour toutes les autres Aiguilles. §. 241. Examen des trois conditions. *Fig.* 36.

Je renvoie là-deſſus à ce que j'ai dit, § 236, des loſanges. Voici la méthode dont MM. *Muſſchenbroek* (*i*) & *Bazin* (*k*) ſe

(*i*) Eſſai de Phyſique, §§. 570, 572.

(*k*) Deſcription des Courans magnétiques, *p.* 20.

ſont ſervis. C'eſt en partant d'un point D de frotter l'anneau avec un pole boréal juſqu'au point diamétralement oppoſé B : enſuite de recommencer au premier point, & de frotter l'autre demi-circonférence avec le pole auſtral. Pour peu qu'on connoiſſe les avantages de la méthode de la double touche, tels que les a expliqué M. *Æpinus*, il eſt aiſé de voir qu'il doit arriver bien rarement que les poles acquierent des forces égales. M. *Bazin* nous a conſervé, dans ſa 28ᵉ Planche, un deſſein où cela paroit avoir eu lieu à-peu-près : car les centres magnétiques ſont à-peu-près à 90° des poles, & les poles ſont à-peu-près diamétralement oppoſés : mais cela n'a pas lieu exactement. Il en eſt bien autrement des Expériences de M. *Muſſchenbroek*, comme nous le verrons dans un moment. Ce Phyſicien s'eſt auſſi quelquefois contenté de toucher les deux poles, ce qui paroît lui avoir mieux réuſſi : mais on ne produit de cette façon qu'une force très-foible. Il s'eſt encore ſervi d'une autre méthode, mais qu'il n'a pas expliqué, ce me ſemble, avec aſſez de clarté. Nous remarquerons ſeulement que ce célèbre Phyſicien a trouvé que deux anneaux aimantés par cette méthode, avoient une direction différente de plus de 10° de celle qu'avoient des anneaux, aimantés par la méthode ordinaire.

§. 242. Expériences de M. *Muſſchenbroek*. *Fig.* 35.

§. 242. Auſſi rien n'eſt-il plus conforme à nos principes, & ne montre mieux l'imperfection de ces anneaux que les irrégularités que M. *Muſſchenbroek* trouva dans ſes Expériences. En voici une, qui eſt une ſeule directe de notre théorie.

Il imprégna avec un pole auſtral la partie ABC, en commençant en C : enſuite la partie CDA en commençant en A, & il trouva que cet anneau avoit une direction plus grande de 20° à l'O. qu'une Aiguille ordinaire.

Il imprégna la même Aiguille en frottant, 1.° La partie CDA, & l'Aiguille déclinoit vers l'E. déclinaiſon qui augmentoit de plus en plus ſi l'on frottoit la partie CDA deux ou trois fois. L'anneau poſé ſans-deſſus-deſſous, mais de la même façon,

déclinoit vers l'O. Tous ces phénomènes ſont des ſuites néceſſaires de notre théorie.

M. *Muſſchenbroek* a fait auſſi, avec des ſyſtêmes d'anneaux, des Expériences ſemblables à celles dont nous avons parlé ci-deſſus. Nous ne nous y arrêterons pas.

§. 243. Je remarquerai ſeulement en finiſſant, qu'on pourroit calculer la direction que doit acquérir un anneau, lorſque les forces des poles & le centre magnétique ſont déterminés, en faiſant uſage de la formule que nous avons donnée, §. 238, pour le loſange : il eſt clair qu'on aura à cauſe de l'égalité des rayons dans le cercle CB = CD = CE, &c. ces facteurs communs ſe peuvent donc omettre, & l'on aura, ... *§. 243. Calcul de la direction d'un anneau. Fig. 37.*

$$\mathit{ſin}\,x\,(\mathrm{BK} + (n+1).\mathrm{DK}.\mathit{coſ}\,\mathrm{D} + (n+1).\mathrm{KE}.\mathit{coſ}\,2\mathrm{D} + (n+1).\mathrm{FD}.\mathit{coſ}\,3\mathrm{D} + \&c.) =$$
$$(n-1).\mathit{coſ}\,x\,(\mathrm{DK}.\mathit{ſin}\,\mathrm{D} + (n-1).\mathrm{KE}.\mathit{ſin}\,2\mathrm{D} + (n-1).\mathrm{FK}\,\mathit{ſin}\,3\mathrm{D} + \&c.).$$

Mais les parties BD, DE, EF, FK, ſont égales, à cauſe de l'égalité des angles ; & chaque arc eſt la meſure de l'angle BCD ou DCE; on aura donc . . . .
DK = KB — BD · KE = BK — BE · KF = BK — FB, &c. Poſant BD = D, on aura DK = KB — D · KE = BK — 2D, &c. on aura donc . . . .

$$\mathit{ſin}\,x.(\mathrm{BK} + (n+1)(\mathrm{BK}-\mathrm{D})\,\mathit{coſ}\,\mathrm{D} + (n-1)(\mathrm{BK}-2\mathrm{D})\,\mathit{coſ}\,2\mathrm{D} + \&c.) = \ldots$$
$$(n-1).\mathit{coſ}\,x((\mathrm{BK}-\mathrm{D}).\mathit{ſin}\,\mathrm{D} + (\mathrm{BK}-2\mathrm{D}).\mathit{ſin}\,2\mathrm{D} + \&c.\ \&c.).$$

Ces deux membres ſe réduiſent à ceux-ci. . . . .

$$\mathrm{BK}\,\mathit{ſin}\,x + (n+1)\,\mathit{ſin}\,x \left\{\begin{matrix} \mathrm{BK}\,\mathit{coſ}\,\mathrm{D} - \mathrm{D}\,\mathit{coſ}\,\mathrm{D} \\ \mathrm{BK}\,\mathit{coſ}\,2\mathrm{D} - 2\mathrm{D}\,\mathit{coſ}\,2\mathrm{D} \\ \mathrm{BK}\,\mathit{coſ}\,3\mathrm{D} - 3\mathrm{D}\,\mathit{coſ}\,3\mathrm{D} \\ \cdots\cdots\cdots \\ \mathrm{BK}\,\mathit{coſ}\,n\mathrm{D} - m\mathrm{D}\,\mathit{coſ}\,m\mathrm{D} \end{matrix}\right\} = \ldots\ldots$$

$$(n-1).\,\mathit{coſ}\,x \left\{\begin{matrix} \mathrm{BK}\,\mathit{ſin}\,\mathrm{D} - \mathrm{D}\,\mathit{ſin}\,\mathrm{D} \\ \mathrm{BK}\,\mathit{ſin}\,2\mathrm{D} - 2\mathrm{D}\,\mathit{ſin}\,2\mathrm{D} \\ \mathrm{BK}\,\mathit{ſin}\,3\mathrm{D} - 3\mathrm{D}\,\mathit{ſin}\,3\mathrm{D} \\ \cdots\cdots\cdots \\ \mathrm{BK}\,\mathit{ſin}\,m\mathrm{D} - m\mathrm{D}\,\mathit{ſin}\,m\mathrm{D} \end{matrix}\right\};$$

Séries dont on peut trouver les ſommes, par les élégantes

formules que M. l'Abbé *Boſſut* a données, dans les *Mémoires de l'Académie*, pour 1769.

§. 244. Conclusion.

§. 244. Nous n'entrerons dans aucun détail pour ce qui concerne les Aiguilles en forme d'S. Tout ce que nous avons dit juſqu'ici, s'y applique trop aiſément.

Nous concluons que la figure de forme circulaire eſt très-déſavantageuſe, parce qu'il eſt au moins très-difficile, pour ne pas dire impoſſible, de les aimanter comme il faut.

CHAPITRE

CHAPITRE XIII.

Des Effets qui doivent résulter des changemens de Forces auxquels les Aiguilles sont sujettes.

§. 245. TANT qu'une Aiguille conserve la figure qu'on lui a donnée, & les forces qu'elle possédoit au commencement, elle conserve aussi la même direction. Ou, si des causes étrangères l'en détournent, elles agiront, dans les mêmes circonstances, de la même façon. Mais, si la force primitive vient à changer, la direction de l'Aiguille pourra devenir différente sans qu'aucune cause extérieure y influe : car nous avons fait voir, que cette direction dépend en grande partie de la proportion des forces. C'est ce qu'il est important d'examiner plus en détail. Pour cet effet, nous discuterons ce qui doit avoir lieu *théoriquement*, ou hypothétiquement, en supposant qu'il arrive tel ou tel changement de force à l'Aiguille : nous examinerons ensuite la chose physiquement, en recherchant si, en effet, des lames aimantées sont sujettes d'elles-mêmes, ou par des causes extérieures sensibles, à changer de force. §. 245. Considérations générales.

ARTICLE PREMIER.

Examen théorique.

§. 246. Il peut y arriver trois sortes de changemens aux poles d'une Aiguille. §. 246. Énumération des cas.

1.° Les poles ne font qu'augmenter ou diminuer de force.

2.° Les poles se renversent, de façon que le boréal devient l'austral, & réciproquement.

3.° Enfin l'Aiguille acquiert, par le changement, plus de poles

qu'elle n'en avoit. Nous examinerons ces effets séparément.

Premier Cas.

§. 247. Des Aiguilles linéaires.

§. 247. Si les poles viennent à changer de forces, ils changent de façon que leur proportion reste la même, ou que celle-ci varie.

Il est évident que la direction reste exactement la même dans le premier cas, puisqu'elle dépend uniquement de la force relative des poles. Il en est autrement du second cas, qui doit seul nous arrêter.

Le changement de forces produit deux effets : 1.° Il change la proportion des poles : 2.° Il change la situation du centre magnétique.

Si l'on a une Aiguille *linéaire* à deux poles, qui passe par le centre de mouvement, ce changement n'affectera pas la direction de l'Aiguille : il arrivera seulement que l'Aiguille se dirigera avec plus ou moins de force selon les poles mêmes, ou que la situation du centre magnétique sera changée. Tout ceci est évident par ce qui a été démontré dans le Chapitre quatrième.

§. 284. Des Aiguilles qui ont de la largeur.

§. 248. Il n'en est pas de même si cette Aiguille au lieu d'être *linéaire* a une certaine largeur. Il suffit de faire attention à ce qui a été démontré §. 201 *& seq.*

Supposons une Aiguille parfaite, dont le centre de mouvement coïncide par conséquent avec le centre magnétique. Il est clair que le changement dont nous parlons, fera tomber le centre de magnétisme au dessus ou au-dessous du centre de mouvement. Nous retombons donc dans le cas du §. 203, & cette Aiguille n'indique a plus la vraie direction, ou du moins ne l'indiquera plus nécessairement à moins qu'elle ne satisfasse d'ailleurs à toutes les conditions énoncées §. 201. Une pareille Aiguille peut donc, de parfaite qu'elle étoit, devenir imparfaite par le changement qui arrive aux forces de ses poles.

Si l'Aiguille étoit déjà imparfaite, ſoit à cauſe de ſa figure, ſoit à cauſe de la ſituation du centre magnétique, ſa direction deviendra néceſſairement différente de ce qu'elle étoit : & il ſe pourroit, par un heureux haſard, qu'une telle Aiguille indiquât alors la vraie direction. Mais un pareil haſard ſera aſſurément très-rare.

§. 249. Ce que nous venons de dire mene à quatre corollaires très-importans. §. 249. Quatre corollaires.

1.° Une lame parfaite par la figure, & par ſa ſituation du centre magnétique (§. 201) garde la même direction quel-que ſoit le changement qui arrive à ſes forces, *pourvu* que ce changement arrive également à toutes ſes parties homologues, c'eſt à-dire, par exemple, que ſi B devient double de A, *b* devienne double de *a* & *β* double de *α*. *Fig.* 38. I. Coroll. *Fig.* 38.

2.° Si cette dernière condition n'a pas lieu, cette Aiguille déviera de ſa première direction, mais elle en déviera moins qu'une autre, qui auroit été imparfaite dès ſa conſtruction, & à laquelle il ſurviendroit un changement dans le ſens même de la première imperfection. II. Coroll.

3.° Une Aiguille parfaite, ſera d'autant moins ſuſceptible de déviation, toutes choſes d'ailleurs égales, qu'elle ſera plus mince : car alors elle approchera plus d'être linéaire, & la partie qui cauſe proprement la déviation, ſera plus éloignée de la diſtance où elle devroit être pour produire le *maximum* d'action, §. 213. III. Coroll.

4.° Si des lames aimantées ſont ſujettes à des changemens périodiques, & inégaux dans leurs différentes parties homologues, ces changemens pourront être la cauſe de changemens périodiques dans la déclinaiſon. Cette idée ſera développée dans la 2.e partie de cet ouvrage. IV. Coroll.

§. 250. Ce ſoupçon que les parties homologues pourroient acquérir des forces inégales, me parut mériter d'être examiné de plus près : voici donc comme je raiſonnai. Si j'ai une Aiguille *bα* qui §. 250. Des changemens inégaux, dans les parties homologues.

affecte une certaine direction, & que la partie BbaA augmente en force, il en résulte que cette Aiguille gardera la même direction, si cette lame est de figure parfaite, & si ses poles *b*, *a* augmentent également (§. 201.) Mais le contraire aura lieu si

Fig. 38. ses poles augmentent inégalement: Supposons que KCA*a* acquierre plus de force que BC*k*! , alors KCA*a* aura plus de force pour s'approcher du méridien : donc l'angle que B fait avec le méridien, sera différent de ce qu'il étoit.

Préparation aux Expér. Je frottai donc la partie occidentale *b*BA*a* avec le pole N d'une bonne lame en finissant en A:d'où il résulte, 1.° Que KCA*a* doit acquérir plus de force que *k*BCK. 2.° Que si B*ba*A augmente aussi en force, il augmente moins que B*b*A*a* : il est donc necessaire que l'Aiguille dévie vers l'O. & réciproquement si elle dévie vers l'O. c'est une marque que la partie B*b*A*a* acquiert moins de force que *b*BA*a*. Cela posé, il est clair que cette inégalité doit croître, jusqu'à ce que *b*BA*a* soit parvenu au *maximum* qu'elle peut acquérir par cette lame. Si on continue alors de frotter *b*B, A*a*, ne sauroit plus rien acquérir : ainsi, sa force se distribuera dans B*ba*A : donc B*ba*A accroitra tandis que *b*BA*a* restera constant, & par conséquent le point B se rapprochera du méridien, si l'augmentation se disperse egalement par B*b*, ou davantage en C*a* qu'en *b*C. C'est-là ce que nous enseigne *à priori* la connoissance de la communication des forces, telle qu'elle a été détaillée par M. *Æpinus*, jointe aux principes que nous avons établis ci-dessus. Voici ce que l'Expérience, consultée avec tout le soin possible, m'a appris.

§. 251. Expériences. §. 251 CLXV. Expér. Je marquai avec soin la direction de la barre *ba*, qui avoit un certain degré de force, le 19 Mars 1774.

Je la frottai trois fois avec le pole N d'un barreau plus large qu'elle, en appuyant par-tout également. La direction resta la même : la difference ne fut que de 2′.

Je frottai la partie occidentale *b*A avec le même pole sans toucher à B*a* : je reïterai le frottement sept fois : la déviation fut de 48′ à l'O.

Je réitérai le frottement encore ſept fois : la déviation fut de 2°. 25′ O.

Je réitérai le frottement encore ſept fois : la déviation ne fut que de 1°. 36′.

Je réitérai encore ſept fois : la déviation ne fut que de 33′.

Ce qui confirme parfaitement ce que nous avons démontré dans le §. précédent.

On doit conſulter ici les Expériences du §. 218.

§. 252. Nous déduirons de ceci une nouvelle raiſon pour établir que, *toutes choſes d'ailleurs égales*, les Aiguilles les plus étroites ſont les moins ſujettes au changement : car plus l'Aiguille eſt étroite, plus *a*CA eſt petit, & de plus l'inégalité des forces de *b*A & A*β* doit alors être moindre. §. 252. Avantages des lames étroites.

§. 253. Ce qui m'a fait ſoupçonner que les différentes parties d'une même lame pourroient acquérir des forces différentes, quoique la lame fût bien aimantée, c'eſt une Expérience de M. *du Fai* (l). Il avoit une lame dont un bout acquéroit toujours plus de force que l'autre ſoit qu'il ſe dirigeât au N. ſoit qu'il ſe dirigeât au S. & quoiqu'on eût changé les forces de la lame à cinq repriſes. §. 253. Réflexions.

Ce que nous venons de démontrer prouve, qu'en aimantant une lame deſtinée à ſervir dans des Bouſſoles, il faut avoir l'attention d'employer un barreau plus large que la lame, & de preſſer par-tout également. C'eſt une attention très-néceſſaire, & dont on ne connoiſſoit peut-être pas l'importance.

J'ai rapporté au commencement de ce Mémoire, §. 13, les Expériences par leſquelles M. *Knight* a prouvé que des loſanges aimantés de nouveau, différoient quelquefois de 8° de leur direction précédente. J'ai plus d'une fois obtenu des différences

---

(l) Mém. de l'Académie, 1731, p. 428.

de plus de cinq degrés. L'explication de ce phénomène est si simple, d'après les principes établis ci-dessus (Chap. II & §. 249), qu'il est inutile de s'y arrêter.

Second Cas.

§. 254. Réflexions sur le second Cas.

§. 254. Si les poles se renversent, si l'Aiguille est d'ailleurs parfaite, & si par ce renversement la force se distribue également dans les parties homologues, il est clair que la direction d'une pareille Aiguille sera renversée, mais que l'Aiguille s'arrêtera dans le méridien. Si ces conditions n'avoient pas lieu, il est clair que la direction sera renversée, mais que l'Aiguille déviera du méridien. Tout ce que nous avons dit dans l'examen du premier cas, s'applique ici.

Troisième Cas.

§. 255. Théorie de ce Cas.

§. 255. Le cas où l'Aiguille acquiert plusieurs poles, pourroit donner lieu à des discussions très-intéressantes : je n'indiquerai que ce qui sera le plus nécessaire.

Nous avons déjà vu ci-dessus (§. 107), que la direction d'une Aiguille à plusieurs poles, peut être vraie, nulle, ou renversée: il est donc possible qu'une bonne Aiguille acquierre, par ce seul changement, une direction contraire à celle qu'elle avoit ci-devant, ou qu'elle paroisse indifférente pour toutes les directions. Les limites entre lesquelles doit se trouver la situation des centres magnétiques, pour donner une direction négative ou positive, sont assez étendues : & quand l'Aiguille a l'une ou l'autre, elle peut encore la conserver, quoiqu'il lui survienne de nouveaux changemens. Il n'en est pas de même si les centres magnétiques tombent de façon que l'Aiguille est paralytique : un petit changement suffit pour que la direction devienne de nouveau positive ou négative. On a déjà vu ci-dessus, §. 48 *& seq.* & nous le dirons encore plus amplement dans la suite (§. 272 *& seq.*) qu'il y peut arriver des changemens aux poles, par le seul effort des parties dont l'Aiguille est composée, sans qu'il s'y joigne rien d'étranger, au moins de visible, & différent de ce qui nous

entoure ordinairement. D'où il résulte, qu'il est très-possible qu'un changement survenu aux forces d'une Aiguille la rende d'abord indifférente ou paralytique, & qu'ensuite cette Aiguille redevienne d'elle-même positive ou négative, & paroisse par-là avoir acquis une nouvelle force.

§. 256. Une Aiguille peut acquérir plusieurs poles indépendamment du changement arrivé aux seules forces, & par la disposition même du fer dont elle est fabriquée : on en a vu des exemples ci-dessus. Donc s'il y survient un pareil changement dans le fer même, qu'en résultera-t-il ? L'Aiguille pourra devenir indifférente ou négative, & reste toujours telle, de quelque façon qu'on vienne à l'aimanter dans la suite. §. 256. Autre considération.

Enfin il est clair que ces changemens arriveront d'autant plus facilement que l'Aiguille sera plus mince, percée d'un plus grand trou, moins bien trempée, & sera moins bien imprégnée.

Toutes ces réflexions découlent immédiatement des principes établis dans ce Mémoire. Voyons jusqu'où l'Expérience les confirme : passons donc à l'examen physique dont nous avons parlé, & examinons si les Aiguilles sont réellement sujettes à des changemens de force.

ARTICLE II.

Examen physique.

Nous considérerons deux sortes de changemens de force : 1.° Les changemens subits & violens, qu'on peut attribuer à des causes visibles, ou à des causes locales, & 2.° Les changemens lents dont on n'apperçoit aucune cause sensible.

I. *Des changemens subits & violens.*

§. 257. On a plusieurs exemples d'Aiguilles dont la direction s'est évanouie, pour ainsi dire, d'elle-même, en certains endroits. Ceux qui ont fait des voyages à la Baie de Hudson, MM. *Ellis* §. 257. Changemens, par des causes locales.

(*m*), *Middleton* (*n*) & d'autres ont attribué cet effet au grand froid, parce que les Aiguilles reprenoient leur mouvement, après avoir été mises dans des endroits échauffés. Mais ce dernier effet n'a pas lieu constamment; car MM. *Wales* & *Dymond* (*o*) qui allerent observer, en 1769, le passage de Venus au Fort du Prince de Galles, trouvèrent, en arrivant à la Baie de Hudson, qu'une très-bonne Aiguille qu'ils avoient apportée de Londres, avoit perdu toute sa vertu, & ne la recouvra pas quand elle fut mise dans une chambre bien échauffée.

Un Auteur, qui a fait une description des Isles de *Ferro* (*p*), dit qu'il y a au sud de ces Isles un rocher sur lequel les Aiguilles aimantées perdent leur vertu, qu'elles ne recouvrent pas à moins qu'on ne les aimante de nouveau. J'ignore si le fait est vrai: nous verrons quelque chose d'analogue dans la suite.

§. 258. Changemens, par la foudre.

§. 258. On n'a que trop d'exemples d'Aiguilles dont la polarité a été renversée par la foudre, ou pour mieux dire, dont la direction est devenue contraire: car on ne juge ordinairement du renversement des poles que par ce seul effet: mais n'auroit-il pas été à desirer qu'on s'en fut assuré par d'autres moyens? Car nous avons vu que celui-ci est équivoque.

Parmi tous les effets de la foudre sur des Aiguilles aimantées, il y en a deux ou trois qui meritent à tous égards notre attention, parce qu'ils confirment plus particulièrement ce que nous avons dit §. 256.

Premier exemple mémorable.

Le 19 Mai 1730, à onze heures du matin, le tonnerre passa au-dessus

(*m*) Voyage à la Baie de Hudson, *Tome II*, p. 181.

(*n*) *Phil. Trans.* n.° 429.

(*o*) Ibid. *Vol. XXXIX*, p. 467.

(*p*) *A Description of the Islands of* Ferroe *written in Danisch by Lucas Jacobson Dee, English'd by J. S.* in-12. Je n'ai pas vu cet Ouvrage; mais on en trouve un Extrait assez détaillé dans les *Trans. Phil.* n.° 119, *Année 1675*, Vol. X, *p. 456*, où ce fait est rapporté.

au-dessus de la maison de M. *Musschenbroek* à Utrecht (*q*). Le Physicien observa la déclinaison à midi, & trouva que son Aiguille, placée dans le jardin, étoit devenue paralytique. Elle s'arrêtoit dans toutes les situations. Il l'imprégna de nouveau, mais elle n'indiqua *jamais* la *même* déclinaison que d'autres Aiguilles. Il l'envoya à un excellent Artiste, qui tâcha de la rétablir, mais ce fut sans effet.

Il est donc clair qu'il étoit arrivé quelque changement aux particules de cette Aiguille; & il est plus que très-probable que ce changement empêcha les parties homologues d'être imprégnées également : au moins il en résulta le même effet que celui que nous avons vu qui résulte de cette cause, §§. 218, 251.

§. 259. La seconde observation, bien plus remarquable encore que la précédente, & dont nous croyons devoir faire mention, a été faite en 1749, par M. *May*, Officier de Marine au service de la République des Provinces-Unies. §. 259. Second Exemple remarquable.

Un coup de foudre brisa le grand mât du vaisseau. Il y avoit dans l'habitacle deux Boussoles à Aiguilles en forme de losange, faites d'un fil d'archal, & aimantées avec un vigoureux aimant naturel, que l'Amirauté d'Amsterdam possède. Il y avoit dans un coffre, à bas bord du vaisseau, onze Aiguilles semblables, mais non suspendues. Il y avoit de plus dans la chambre du Capitaine un compas de variation, dont l'Aiguille étoit une lame d'acier, aimantée au même aimant. Enfin il y avoit encore trois autres Boussoles dont les Aiguilles étoient des lames imprégnées à la façon de M. *Knight*, avec des barreaux d'acier. Voici ce qu'on observa:

1.° Après que le coup de foudre eût abattu le grand mât, les treize Aiguilles en forme de losange avoient toutes subi de très-grands changemens. Une de celles qui étoient dans l'habitacle,

(*q*) *Phil. Transf.* n.° 426, *Vol. XXXVII*, p. 453.

(*r*) Mém. de la Société de Haarlem, *Tome XII*, p. 398.

se dirigeoit vers l'O. : une autre vers l'E. De celles qui étoient dans le coffre, il y en avoit deux dont les déviations étoient encore plus grandes : deux autres avoient perdu leur vertu : il y en avoit trois qui dévioient entre quatre & huit Rhumbs : une autre indiquoit le SO. : enfin les autres varioient de deux ou trois Rhumbs.

2.° Le compas de variation avoit entièrement perdu sa vertu, & n'attiroit plus une Aiguille à coudre.

3.° Les lames aimantées à la façon de M. *Knight*, n'avoient pas subi le moindre changement.

4.° Trois ou quatre jours après cet accident, M. *May* trouva que les trois Aiguilles qui avoient changé de 8 Rhumbs se rétablissoient peu-à-peu : il n'apperçut pas de changement aux autres.

§. 260. Expérience sur ce sujet.

§. 260. Nous avons vu ci-dessus (§. 13), combien le changement de forces peut influer sur la direction des losanges. J'ai fait un essai sur la grandeur de ce changement, en employant le losange du §. 237, & j'ai trouvé le 19 Mars 1774:

CLXVI. Exp. *Fig. 35.*

1.° Qu'en frottant dix fois la partie sud-est KA, de A en K, le losange dévioit de 2°. 15′ vers l'O.

2.° Que la même chose a eu lieu en frottant encore huit fois.

3.° Je posai les deux poles S. de deux barreaux au milieu de BK : je frottai dix fois : l'un de λ vers B, l'autre de λ vers K : l'Aiguille dévia de $3\frac{1}{2}$° vers l'O.

4.° La même déviation a eu lieu, après avoir encore frotté dix fois.

5.° Au lieu d'un pole austral, j'en employai un boréal & un austral : je menai le pole N de λ vers K : l'austral de λ vers B : la déviation fut de 8°.

6.° Ayant répété la même opération, la déviation fut de 8°. 45′.

7.° Je retournai la partie BKA, de façon que BK occupât la place de AK : la déviation fut de 16° O.

8.° Je retournai aussi le barreau B*k*A, & le point qui indiquoit le N. se trouva au sud : la déviation fut de 3° . 15′ vers l'O.

§. 261. L'observation n.° 4 & n.° 8 du §. précédent, fait voir combien la force d'une des parties de la barre agit sur l'autre. M. *Knight* a observé quelque chose de semblable (§§. 12, 13), à ce qu'a vu M. *May*, §. 259, n.° 4, & ce cas-là a eu lieu dans nos propres Expériences (§. 48 *& seq.*) C'est une suite de la propulsion du centre magnétique dont nous avons fait mention (§. 233), & dont on voit un exemple remarquable dans la Planche 8 de M. *Bazin*. §. 261. Réflexions.

Enfin l'observation du n.° 3 du §. 259, fait voir combien il importe de donner une vertu considérable aux Aiguilles : peut-être celles-là même avoient-elles subi quelque changement, que le mouvement du vaisseau, par une grosse mer, aura pu empêcher M. *May* d'observer.

§. 262. On trouve une observation assez semblable à celle de M. *May*, dans le troisième Volume des Mémoires de la Société de Flessingue, *p. 616*. Un coup de foudre ayant abattu le grand mât d'un vaisseau, on trouve que deux Boussoles, placées dans l'habitacle, déclinoient d'un Rhumb plus vers l'ouest qu'auparavant. De quatre autres Boussoles qui étoient dans la chambre du Capitaine, il y en eut trois qui marquerent une déclinaison de 5, 6, 7 Rhumbs plus grande qu'il ne falloit. La quatrième marquoit le sud. §. 262. Troisième Exemple.

§. 263. On voit aisément combien toutes ces observations sont conformes à ce qu'exigent nos principes. Nous établissons donc que tous ces phénomènes dépendent d'un changement survenu par la foudre aux poles des Aiguilles. Soit que les poles n'aient fait qu'augmenter ou décroître, soit qu'ils aient été renversés, soit qu'il en ait été produit un plus grand nombre : soit enfin qu'il soit arrivé du changement aux particules même du fer. Et qu'on §. 263. Conséquences.

ne croie pas que tous ces cas ſoient des ſuppoſitions purement arbitraires : leur poſſibilité, leur exiſtence eſt démontrée. Car l'analogie entre la foudre & l'électricité eſt ſi bien établie, qu'on peut appliquer à celle-là, tout ce qui a été découvert de celle-ci. Or M. *Wilche* a prouvé, par des Expériences nombreuſes & ingénieuſes, que l'électricité peut produire tous ces cas. Il eſt même parvenu à produire trois poles dans une barre aimantée, en faiſant paſſer par elle la commotion électrique. (*ſ*) Il y a plus : les poles qu'on forme de cette façon, ſe trouvent dans la direction du coup électrique. Si celui-ci paſſe obliquement par l'Aiguille, les poles y ſeront dans une poſition oblique, & la déviation n'en ſera que plus grande. Ils peuvent même ſe trouver diſpoſés, non ſelon la longueur, mais ſelon la largeur de la lame : auquel cas ſa direction ſera néceſſairement à-peu-près E. O. M. *Brugmans* a fait voir comment on doit aimanter une lame, pour que ſes poles ſe trouvent ſelon ſa largeur (*t*).

II. *Des Changemens lents.*

§. 264. Réflexions générales.

§. 264. Les changemens dont nous venons de faire mention, ſont produits par des cauſes violentes : c'eſt peut-être un avantage de les connoître, & nous croyons avoir fait voir que la figure de lame quarrée, bien durcie, fortement imprégnée, eſt la moins expoſée aux effets nuiſibles de ces changemens. Mais nous allons faire voir qu'il y en a d'autres aſſez conſidérables pour nuire à la direction des Aiguilles, & qui ſe font ſans aucune cauſe ſenſible. C'eſt ce que nous allons tâcher de mettre dans tout ſon jour, car cela eſt très-important.

1.° *Obſervations générales de quelques Phyſiciens.*

§. 265. Obſervations théoriques.

§. 265. On ſait, par des Expériences exactes, qu'une lame d'acier retient d'autant plus de vertu qu'elle eſt mieux trempée, &

(*ſ*) Mém. de Suède, *Vol. XXVIII*, p. 313, §. 5, *Trad. Allem.*

(*t*) *Tentam. de Mat. Magn.* p. 138.

qu'elle n'en peut retenir qu'une certaine quantité : si on lui en donne davantage, elle perd ce surplus par le laps du tems. On sait de plus que la force des lames diminue quand on les chauffe, quand on les frappe, quand on les met dans une situation opposée à celle du méridien magnétique, & que tous ces effets sont d'autant plus sensibles, que ces lames sont plus molles & moins bien aimantées (*u*). La considération de ces différences me paroît donner la clef de ce qu'on trouve sur ce sujet chez quelques Physiciens.

M. *Musschenbroek* ayant observé, en 1731, que son Aiguille d'inclinaison avoit beaucoup diminué en force depuis 1729, en conclut, qu'il ne faut pas se fier à des Aiguilles de Boussole à moins de les aimanter tous les deux ans (*v*). Il avoit cependant trouvé, en 1729, que des Aiguilles employées sur les vaisseaux de la Compagnie des Indes, avoient encore la même force au retour du voyage (*w*). M. *Marcel* (*x*) a trouvé que des lames d'acier bien aimantées selon leur longueur, retiennent toujours leur vertu ; mais qu'elle s'affoiblit si une des extrémités n'est pas bien aimantée. Il avoit cependant vu des Aiguilles qui n'avoient souffert aucune diminution. M. *Bernoulli* a aussi possédé des lames, aimantées par un barreau en forme de fer à cheval, qui n'avoient rien perdu de leur force, après un long intervalle de tems (*y*). Enfin M. *Antheaume* a remarqué que des lames trempées très-dur, qui avoient acquis beaucoup plus de force que

---

(*u*) *Voyez* Encyclopédie, au mot *Aimant*, art. de la *Comm. de la Vertu Magn.* MICHEL, Traité sur les Aimans artific. *Introd. VII.* ÆPINUS, *Tentam.* cap. III. MUSSCHENBROEK, Introd. §§. 968-82-89.

(*v*) Éphémér. de 1739, *Phil. Transf.* n.° 426, réimprimées dans un Recueil Hollandois, intitulé : *Lutgeleere Verhandelingen*, J. D. *p.* 300, où cette remarque se trouve.

(*w*) Éphém. de 1729, *Philos. Transf.* Vol. XXXVII, *p.* 367, n.° 425.

(*x*) Lettre sur l'Aimant, *Phil. Transf.* n.° 427, & réimprimée, avec des Additions, dans le même Recueil Hollandois.

(*y*) Nouv. Biblioth. Germanique, *Tome XVI*, p. 483.

d'autres barres trempées & recuites, avoient presqu'entièrement perdu leur vertu par le tems, au lieu que celles-ci en avoient conservé une considérable *(z)*.

Toutes ces observations prouvent que des lames, même extrêmement trempées, sont sujettes à ces changemens de forces. Mais ces observations ne me paroissent pas entièrement exactes, parce que ces Physiciens ne se sont pas étendus sur l'espèce de ces changemens, ni sur les moyens dont ils se sont servis pour les constater. On peut ajouter à ces observations celles de M. *Harris (a)*, qui a soupçonné dans un voyage fait, en 1731, à la Jamaïque, que la force des Aiguilles n'étoit pas toujours la même, parce que les différentes observations de déclinaison s'accordoient quelquefois parfaitement entr'elles, & que d'autre fois l'Aiguille s'arrêtoit à un degré ou plus de son méridien : ce qui avoit lieu dans différentes roses.

§. 266. Observations de M. *Le Roi.*

§. 266. Passons à des Expériences plus exactes. M. *Le Roi* paroît être le premier qui ait inventé un *Magnetomètre*, au moyen duquel il a trouvé que la force du magnétisme d'un corps change selon qu'il est plus ou moins bien placé dans la direction du centre magnétique : selon qu'il est plus ou moins élevé dans l'athmosphère, selon les différens degrés de chaud & de froid. Il a de plus observé que le tonnerre causoit des variations sensibles, & l'aurore boréale des changemens considérables dans ces forces. En admettant ces conclusions, je suppose que cet instrument n'est pas composé d'une simple Aiguille magnétique : car alors il n'indiqueroit que le changement de déclinaison. J'ignore, au reste, si M. *Le Roi* a rendu compte à l'Académie de ses Expériences, comme il se le proposoit, & si elles ont été publiées (*b*).

(z) Mém. sur les Aimans, *art. XVII.*

(a) Phil. Transf. n.° 428, *Vol. XXXVIII*, p. 77.

(b) Mém. sur les Montres Marines, *p. 8*, imprimé à la suite du Voyage de M. *Cassini*, fils, pour l'épreuve de ces Montres.

2.° *Examen de la méthode de juger, par le nombre des oscillations d'une Aiguille, des changemens qui lui sont survenus.*

§. 267. M. *Graham* (*c*) est, je crois, le premier qui ait fait des Expériences de cette nature. Il a trouvé, à Londres, en 1723, que la force d'inclinaison change tous les jours, & même à différentes heures du jour, puisque le nombre d'oscillations, que la même Aiguille inclinatoire fait en différens temps, est très-différent. Mais ce changement peut provenir, & d'un changement dans la force même de l'Aiguille, & d'un changement dans la force magnétique de la terre. Or les Expériences de M. *Graham* laissent en doute à quelle des deux causes on doit attribuer le résultat de ses Expériences. Il me paroît très-vraisemblable, & même sûr, que cet effet doit être attribué à un changement survenu à l'Aiguille même, quand la force a augmenté, lorsque l'inclinaison diminue, ou diminué, quand celle-ci a augmenté, ou enfin changé, quand celle-ci est restée la même; conditions qui ont eu lieu huit fois sur treize observations. §. 267. Expériences de *Graham*.

§. 268. M. *Mallet* (*d*) a soigneusement observé une Aiguille qu'il avoit transportée de Péterbourg à *Ponoi*, & de *Ponoi* à Péterbourg : il a observé quel tems elle employoit à faire douze oscillations, & il n'a jamais trouvé le moindre changement dans ce tems. D'où il conclut que l'Aiguille n'a jamais souffert aucun changement de force, pas même dans le tems d'aurore boréale. Nous examinerons dans un moment la force de cette conclusion. §. 268. Expériences de M. *Mallet*.

§. 269. M. *Blondeau* (*e*), Professeur à *Brest*, a fait un §. 269. Expériences de M. *Blondeau*.

(*c*) *Phil. Transf.* Vol. XXXIII, *p.* 338.

(*d*) *Nov. Comm. Petrop.* Tom. XIV, *Parte II*, p. 33.

(*e*) Mém. de l'Acad. de Marine, *Tome I*, p. 431, 438.

grand nombre d'Expériences sur le même objet. Il a sur-tout fait usage d'un *magnétomètre*, qui est une Aiguille suspendue à une barre aimantée. Je ne résumerai pas ici les Expériences faites avec cet instrument, parce que son excellent Auteur remarque, avec raison, qu'une partie des changemens observés dans le nombre d'oscillations, provient du plus ou du moins d'adhérence de l'Aiguille au suspenseur. J'en suis d'autant plus sûr, qu'il est certain qu'un aimant a d'autant plus de force, que le poids qu'il soutient y reste plus long-tems attaché, de façon que cette force paroît augmenter avec le tems. MM. *Hork (g)* & *Sturmius (f)* avoient déjà fait des Expériences là-dessus à la fin du siècle passé. J'ai moi-même un aimant artificiel, que je tiens en Expérience sur ce sujet depuis 1771. Le 3 de Janvier 1771, il ne portoit que huit livres six onces: & au mois d'Octobre 1773, il soutenoit dix livres huit onces: & il a subi pendant ce tems différentes variations d'augmentation & de diminution. Une lame, en fer à cheval, a augmenté, du 21 Mars 1771, au 7 d'Octobre, de 1 livre 13 onces, sur 3 livres 8 onces qu'il soutenoit au commencement, & le 3 de Juin 1773, il soutenoit 5 livres 12 onces. Or on voit aisément, que l'Aiguille doit osciller d'autant plus lentement qu'elle *adhère* davantage au suspenseur, ou que celui-ci a plus de force. Aussi M. *Blondeau* a-t-il trouvé (*p.* 483), que le nombre d'oscillations est toujours plus grand pour quelques heures quand on ne fait que suspendre l'Aiguille.

§. 270. Cette Méthode est vicieuse.

§. 270. Mais je doute fort que cette méthode de juger par le nombre d'oscillations du changement qui peut être survenu aux forces d'une Aiguille, soit exacte. Car les oscillations sont un effet composé qui dépend & de la force de l'Aiguille même, & de la force magnétique terrestre qui dirige l'Aiguille. Or comment séparer ces forces? M. *Daniel Bernoulli* a prouvé (*k*) que les

(*f*) *Vallemont*, Description de l'Aimant de Chartres, *p. 204*.

(*g*) *Colleg. Curiosum*, Parte II, *p. 230*.

(*h*) Journal des Savans, *1757*, p. 31.

forces

forces qui dirigent les Aiguilles de déclinaiſon, ſoit comme les *forces inclinatoires multipliées par les coſinus d'inclinaiſon.* Or nous avons déjà dit, & nous en traiterons plus amplement dans la ſeconde partie de ces recherches, que l'inclinaiſon & ces forces ſont ſujettes à des changemens continuels. Je ſais bien, & je l'ai déjà dit, qu'une partie de ces changemens de force, peut venir de l'Aiguille même. Mais ſuppoſons un cas où la force inclinatoire a changé elle-même : ou l'inclinaiſon, par exemple, a augmenté pendant que la durée de chaque oſcillation a diminué. Le premier effet prouve une augmentation d'attraction dans le magnétiſme de la terre, & indépendant de la force de l'Aiguille ; puiſqu'une bonne Aiguille indique la même inclinaiſon qu'elle ait peu de force ou qu'elle en ait beaucoup : & le ſecond effet eſt conforme à ce qu'exige le premier. Ce cas ſe trouve réaliſé dans les Expériences de M. *Graham*, du 2 Avril & du 20 Mai 1723. Le 2 Avril, l'Aiguille faiſoit 100 oſcillations en $346''$: ou chaque oſcillation en $3 \cdot 46''$. L'inclinaiſon étoit de $74^\circ \cdot 20'$. Le 20 Mai, le tems de chaque oſcillation étoit $2 \cdot 98''$: & l'inclinaiſon étoit de $70^\circ\ 30'$: les forces inclinatoires ſont comme $\frac{1}{(3 \cdot 46)^2}$ à $\frac{1}{(2 \cdot 98)^2}$, & les forces déclinatoires ſont comme $\frac{1}{(3 \cdot 46)^2} \times cos(74^\circ\ 20')$ à $\frac{1}{(2 \cdot 98)^2} \times cos(70^\circ\ 30')$, ou comme $1 : 1 \cdot 344$. Or, ſi les forces déclinatoires ſont comme le quart du nombre des oſcillations, ou en raiſon inverſe doublée de leur durée, ſuppoſons que le 2 Avril une Aiguille employât $3 \cdot 21''$ pour une oſcillation, elle n'en auroit employé que $2 \cdot 77''$ le 20 de Mai, ſans que pour cela l'Aiguille elle-même eût ſouffert le moindre changement de force. Donc, pour avoir, par cette méthode, un réſultat exact, il faudroit pouvoir ſéparer, avant tout, ce qui eſt dû à la force déclinatoire. Les Expériences, faites avec des Aiguilles d'inclinaiſon, nous fourniroient un moyen exact, ſi l'on pouvoit être ſûr que le nombre d'oſcillations de cette Aiguille ne procédât pas, en partie, de quelque changement dans l'Aiguille même ; mais cela a ſûrement lieu quelquefois.

Ajoutez à cela, qu'il peut arriver, à-la-fois, que la force & la proportion des poles change, ſans que pour cela la force avec laquelle

l'Aiguille s'approche du méridien, & par conséquent le tems des oscillations change. Et, en effet, cette force étant 4*nbl* (§. 71), il est clair qu'elle sera toujours la même, quelque changement qui arrive à *n* & à *b*, pourvu que le produit *nb* reste le même. Nous en donnerons des exemples ci-dessous, §. 338.

3.° *Méthode employée par M.* Blondeau, *& par l'Auteur.*

§. 271. Confidérations générales.

§. 271. On a déjà vu, par plusieurs de mes Expériences, de quelle méthode je me sers pour examiner les forces d'une lame. M. *Blondeau* a fait des Expériences par une méthode à-peu-près semblable : il a tantôt employé une barre de fer (*p.* 413), tantôt un barreau aimanté (*p.* 427). Mais cet excellent Physicien n'a pas tenu compte des changemens qui arrivent à la proportion des poles; d'ailleurs il a, je crois, commis une erreur, en attribuant à l'Aiguille même une partie des changemens qu'il a observés (*pp.* 413, 419). Je crois qu'ils proviennent entièrement du barreau même : car une Aiguille est attirée par une force égale, qu'elle ait peu de force, ou qu'elle en ait beaucoup. Je crois l'avoir fait voir ci-dessus (§. 35), par les Expériences de M. *Lous*, & par les miennes, §. 35.

Quoi qu'il en soit, aucun Physicien, que je sache, n'a fait attention au changement de proportion dans la force des poles : ce qui cependant est le point capital, puisque c'est delà, & uniquement delà, que dépend la direction des Aiguilles imparfaites, & qu'une très-petite variation dans cette proportion peut produire un très-grand changement dans la direction de l'Aiguille.

Je ne puis donc, malheureusement, faire usage que de mes propres Expériences : je prie que l'on veuille revoir les Expériences des §§. 48, 50, 51, 53, 56, 59, 63, & l'on verra que les lames aimantées sont sujettes à des changemens de force continuels, quelquefois d'heure en heure, & que ces changemens sont très-considérables. Comme cette matière est très-importante, &, si je l'ose dire, entièrement nouvelle, je crois devoir mettre, sous les yeux de l'Académie, quelques-unes des très-nombreuses

Expériences que j'ai faites ſur cette matière : j'ai toujours employé la même Aiguille : j'ai mis la lame exactement dans l'équateur magnétique, & toujours à la même diſtance. J'exprime enfin les forces par les tangentes des déclinaiſons.

CLXVII. Expér. *Première ſuite d'Expériences, avec la lame n.° 1.*

§. 272. Cette lame eſt longue de 6·875 p. large de 3 l. épaiſſe de 0·55 l. elle eſt aſſez-bien trempée : diſtance de l'Aiguille 7 p. 6·3 l. CS eſt la diſtance du centre magnétique au pole S. §. 272.

N.°	1774.	Pole N.	Pole S.	*n*	S C	Diff.
1	4 Mai	213	215	1.009		
2	14	185	212	1. 15	3 p. 3.5 l.	
3	18	164	187	1. 14	3 p. 3.8 l.	0.3 l.
4	7 Juin	181	217	1. 12		
5	20	181	199	1. 1		
6	14 Août			1. 11		
7	15 Oct.	213	207	$\frac{1}{1.01}$		
8	16	205	217	1.058		
9	30	202	225	1.113		
10	1 Déc.	213	218	1.023		
11	25 *(i)*	203	221	1.109		
12	25 *(k)*	133	162	1.143		
13	28	203	208	1.024		

CLXVIII. Expér. *Seconde ſuite d'Expériences, avec la lame n.° 1.*

(i) Je me ſuis ſervi, par mégarde, d'une autre diſtance ; celle-ci eſt de 7 p. 5·7 l. elle eſt la même pour le n.° 13. On voit de-là combien la force a diminué, du premier au 25 Décembre, puiſqu'elle étoit, ce jour-là, plus petite, à une moindre diſtance.

(k) Je me ſuis ſervi d'une autre Aiguille. J'ajoute cette Expérience, parce qu'elle a été faite un quart d'heure après le n.° 13, & que la valeur de *n* a aſſez changé.

§. 273. §. 273. Cette lame avoit été aimantée de nouveau. Je me ſuis ſervi d'une autre diſtance que dans la première ſuite; ſavoir, de 7 p. 5·7 l.

N.° 14. Le 2 Janv. 1775, pole N. 190°; pole S. 190°·$n=1$;
N.° 15. Le 4 Janv. . . . . N. 194° . . . . S. 194°·$n=1$.

§. 273*. CLXIX. Expér. *Troiſième ſuite d'Expériences, avec la lame n.° 1.*

§. 273*. Cette lame avoit été imprégnée de nouveau. Même diſtance que dans la ſeconde ſuite.

N.°	1775.	N.	S.	n	S C	Différ.
16	4 Janv.	349	364	1.043	3 p. 4.5 l.	
17	6	315	374	1. 19	3 p. 4.2 l.	− 0.3 l.
18	14	312	318	1. 02		
19	16				3 p 3.9 l.	+ 0.3 l
20	22 Fév.	263	273	1. 04	3 p. 5.2 l.	+ 1.4 l.
21	11 Juill.	268	274	1. 02		
22	18 Déc.	277	277	1		

CLXX. Expér. *Quatrième ſuite d'Expériences; lame n.° 3.*

§. 274. §. 274. Longueur, 9·675 p. largeur, 248 l. épaiſſeur, 0·4; trempé parfaitement dur. Même diſtance.

N.°	1774.	N.	S.	n	S C	Différ.
23	22 Déc.	331	309	1. 07	4 p. 8.73 l.	
24	24 Déc. à midi	339	310	1. 09	4 p 9 l.	0.27 l
25	$2\frac{1}{2}^h$	323	321	1.006		
26	5^h	314	328	$\frac{1}{1.4}$	(l 4 p. 9.6 l.	0.6 l.
27	Entre 5 & 6^h	327	319	1.025	4 p. 8.3 l.	− 0.7 l.
28	8^h			1. 03		
29	25 Déc. à 9^h	320	315	1.016		
30	3^h	311	35[illegible]	$\frac{1}{1.25}$	m)	
31	27 Déc. à $12\frac{1}{2}^h$	31[illegible]	394	1/1.2[illegible]		
32	$2\frac{1}{2}^h$	315	374	1/1.1[illegible]		
33	28 Dec. a $6\frac{1}{4}^h$	325	318	1. 02		
34	$7\frac{3}{4}^h$	322	318	1.012		

CLXXI. Expér. *Cinquième ſuite d'Expériences, avec la lame n.° 3.*

§. 275. La lame avoit été aimantée de nouveau. §. 275.

N.° 35. 30 Déc. 1774; N. 397; S. 354; *n*, 1.18; SC, 4 p. 8 l.
N.° 36. 31 . . . . 404 364 1.11 4 p. 8 l.
N.° 37. 1 Janv. 1775 414 363 1.14 4 p. 7.4 l. } Diff. − 0.6 l.

CLXXII. Expér. *Sixième ſuite d'Expériences, avec la lame n.° 3.*

§. 276. Cette lame avoit encore été aimantée de nouveau. §. 276.

N.°	1775.	N.	S.	*n*	SC	Différ.
38	1 Janv.	521	493	$\frac{1}{1.077}$	4 p. 10. 4 l.	
39	2 Janv. à 12^h	474	509	1. 08	4 p. 9. 3 l.	− 1. 4 l.
40	$7\frac{3}{4}^h$				4 p. 9. 8 l.	0. 5 l.
41	$8\frac{1}{4}^h$	456	476	1.035		
42	4 Janv. à 11^h	457	509	1.048	4 p. 9. 7 l.	− 0. 1 l.
43	3^h				4 p. 9. 1 l.	− 0. 6 l.
44	5 J. par calc.	. . .	. . .	(*n*) 1.094	4 p. 8. 7 l.	− 0. 4 l.
45	6 Janv. à 12^h	456	554	1.215	4 p. 6 l.	− 2. 7 l.
46	14	466	488	1.047	4 p. 9.35 l.	3.75 l.
47	16 Janv. à $5\frac{1}{2}^h$	466	520	1.116		
48	A 6^h 50′			(o) 1.063	4 p. 9.48 l.	0.13 l.
49	29 Janv.	488	491	1.006	4 p. 9. 7 l.	0.22 l.
50	3 Fév.				4 p. 9.85 l.	0.15 l.
51	22 Fév.				4 p. 10. 5 l.	0.65 l.
52	25 Fév.	435	440	1. 01	4 p. 9. 3 l.	− 1. 2 l.
53	9 Mars,	430	430	1		
54	12 Av.	456	440	$\frac{1}{1.035}$	4 p. 10. 5 l.	1. 1 l.
55	21 Av.	394	394	1		
56	17 Juin,	482	419	$\frac{1}{1.5}$		
37	21 Juin,	422	419	$\frac{1}{1.007}$		

(*l*) Cette diſtance SC a été meſurée à $5\frac{1}{4}^h$. Il faut donc qu'il y ait eu un changement de force, dans ce petit intervalle ; car le centre magnétique étoit

CLXXIII. Expér. *Septième suite d'Expériences ; lame n.° 4.*

§. 277. §. 277. Longueur, 9 · 678 p. largeur, 2 · 5 l. épaisseur, 0 · 45; poids, 223 $\frac{1}{2}$; trempée parfaitement dur : même distance. Cette lame a été aimantée le 24 Décembre 1774.

N.°	1774.	N.	S.	*n*	S C	Differ.
58	27 Déc.	526	595	1. 13		
59	28	543	395	1. 04	+ p. 8. 6 l.	
60	30	532	573	1.077	+ p. 8. 3 l.	− 0. 3 l.
	1775.					
61	2 Janv.	562	613	1.098	+ p. 8. 3 l.	
62	4	566	617	1. 09	+ p. 7.75 l.	− 0.55 l.
63	5				+ p. 8. 1 l.	+ 0.35 l.
64	6 A 11^h	532	687	1.291		
65	A $12\frac{3}{8}^h$			1. 08	+ p. 8. 9 l.	+ 0.08 l
66	1- Janv. à $11\frac{1}{2}^h$	560	607	1.086		
67	A $12^h\ 38'$	560	592	1.105		
68	A $2\frac{1}{2}^h$				5 p. 0.55 l.	+ 3.65 l.
69	A 6^h		(p	1.033		
70	16 Janv. à 6^h	554	601	1.085		
71	A $7\frac{1}{2}^h$				+ p. 8. 1 l.	− 4.45 l.
72	30 Janv. à $8\frac{1}{4}^h$	577	625	1.183		
73	A $8\frac{3}{4}^h$				+ p. 7. 8 l.	− 0. 3 l.
74	3 Fév.				+ p. 6. 1 l.	− 1. 7 l.
75	14 Fév. à $5\frac{3}{4}^h$	555	595	1. 07		
76	A $6\frac{1}{2}^h$				4 p. 8.45 l.	+ 2.35 l.
77	15 Fév. à 12^h				4 p. 8. 4 l.	− 0.95 l.
78	A 2^h				4 p. 8.65 l.	0.25 l.
79	25 Fév.	488	565	1.178	4 p. 8 l.	− 0.65 l.
80	8 Mars,	430	477	1. 1	4 p. 8 l.	
81	11	456	499	1.094		
82	13				+ p. 7.66 l.	− 0.34 l.
83	1 Avril,	499	566	1.134		

CLXXIV. EXPÉR. *Huitième ſuite d'Expériences ; barreau marqué* A.

§. 278. Longueur, 4 p. 8 l. largeur, 5 · 4 l. épaiſſeur, 1 · 4 l. S. 278.
poids, $525\frac{1}{2}$ gr. diſtance de 10 p.

N.°	1774.	N.	S.	*n*
84	23 Déc.	244	241	$\frac{1}{1.012}$
85	27 Déc. à $10\frac{1}{2}^h$	240	287	1. 126
86	A 2^h			1. 087
	1775.			
87	4 Janv.	235	235	1. 043
88	26 Fév.	222	219	$\frac{1}{1.014}$

A ces Expériences je pourrois en ajouter encore un grand nombre, tant pour ces mêmes lames, que pour encore cinq autres lames : mais je crois avoir prouvé aſſez évidemment les changemens qui arrivent aux lames aimantées, même à celles qui ſont parfaitement durcies. J'ajouterai ſeulement que j'ai toujours eu ſoin de garder ces lames ſéparément, & que dans tout cet intervalle de tems, & même encore actuellement, elles ne touchent aucun fer ni aucun aimant. Je dirai encore que j'ai toujours

---

plus près du pole boréal, que de l'auſtral ; au lieu que le contraire auroit dû avoir lieu. On trouveroit, par calcul, 4 p. 10 . 4 l. de ſorte qu'en moins d'une heure, il y a une propulſion de 2 l.

(m) Il ſemble que ce jour-là la lame ait été dans un changement continuel ; car la force du pole S, qui, ſur une autre Aiguille, & à une autre diſtance, étoit à $12\frac{1}{2}^h$, de 538, étoit à $1\frac{1}{2}^h$, 558, à $2\frac{1}{4}^h$, 531 ; & je ſuis parfaitement sûr de l'exactitude des obſervations.

(n) Cette Expérience a été faite à 8^h 55'. Je m'étois enſuite ſervi d'une autre Aiguille, ſur laquelle l'action du pole S, de cette lame, étoit *tang* 24° 36', ou 568 ; mais, à 10^h 45', elle n'étoit plus que *tang* 28° 55', ou 552. Dans ce même intervalle, il y eſt encore ſurvenu d'autres changemens.

(o) *n* a été trouvé, par calcul, en ſuppoſant CS connu. Je l'avois trouvé par Expérience.

(p) Cette Expérience a été faite, en employant une autre Aiguille.

mesuré ces forces à deux ou trois distances différentes, & quelquefois à un plus grand nombre; mais, pour abréger, je n'en ai placé qu'une dans les listes précédentes: & il arrive delà que le calcul du centre magnétique, en prenant la valeur de *n* telle que je viens de la marquer, ne répondroit peut-être pas à une ligne près à l'Expérience: parce qu'il est sûr que, pour avoir les forces exactement, il faut prendre un milieu entre toutes les Expériences qu'on a faites: au lieu que j'ai marqué ici *n* telle que la donne la seule Expérience dont j'ai fait mention.

§. 279. Résultat des Expér.

§. 279. Il résulte de ces 86 opérations:

1.° Que la force & la proportion des poles changent continuellement & irrégulièrement, puisqu'elles changent à un pole pendant que l'autre reste constant, ou que les deux poles changent inégalement: qu'enfin le changement est très-inégal dans des lames qui sont à très-peu-près égales, comme n.° 3 & n.° 4.

2.° Que ces changemens se font même dans des lames d'acier, trempées aussi fortement qu'il soit possible, & par tous les tems.

3.° Que ce changement étant continuel, le centre de *mouvement* ne sauroit *toujours* coïncider avec le centre magnétique, à moins qu'on ne le déplaçât autant qu'il seroit nécessaire.

4.° Que le centre de mouvement peut quelquefois, en peu de minutes, être distant de 2 l. du centre magnétique, comme on vient d'en voir des exemples, §. 274., note *(l)*. Or la déviation de l'Aiguille pourroit devenir très-grande en ce cas, comme il est prouvé §§. 214, 215.

CLXXV. Expér. *Neuvième suite d'Expériences.*

§. 179*. Expériences remarquables.

§. 279. Les lames sont non-seulement sujettes à des changemens de poles, tels que toutes les particules augmentent ou diminuent dans la proportion: mais il arrive encore que les particules intermédiaires changent très-différemment, de façon que la force se distribue irrégulièrement & inégalement: c'est ce que les Expériences de cette neuvième suite vont prouver évidemment.

J'ai

J'ai employé une lame, marquée n.° 7, & dont il a été parlé §. 173, trempée parfaitement dur : elle a été placée à 5 p. 10 l. de distance de l'Aiguille.

N.° 87. Le 15 Janv. 1776; Pole N. 1376; Pole S. 1053; *n*, 1.3, NC = 4 p. 1.5 l.
88.... 14 Fév. .... 1111 ...... 1303 ... $\frac{1}{1.17}$ ..... 4 p. 1.5 l.
89.... 15 .... 1235 ...... 1376 ... $\frac{1}{1.15}$ ..... 4 p.

Or ces deux dernières Expériences offrent une contradiction très-remarquable, savoir, 1.° Que la distance du pole le plus foible au centre magnétique, est plus petite que celle du pole le plus fort au même centre. 2.° Qu'elle soit diminuée dans le n.° 89, quoique les poles se soient approchés de l'égalité. Aussi la limaille étoit-elle un peu irrégulière dans les n.os 88 & 89 : en place de se courber, elle étoit encore perpendiculaire dans le bras austral, à une assez grande distance du pole, ce qui prouve une dispersion irrégulière de forces. Je ne sache pas que les Physiciens aient fait mention de quelque chose de pareil.

On voit de-là que les cas, que nous avons supposés dans la partie théorique de ce Chapitre, ne sont nullement imaginaires, mais que les changemens de force sont très-réels.

J'aurois fort desiré pouvoir faire des Expériences, pour m'assurer si les parties homologues d'une même lame changent inégalement de force ou non : j'en ai tenté quelques-unes, mais le résultat en a été trop foible pour que j'aie pu me satisfaire. Je dirai, dans un autre endroit, de quelle méthode je me suis servi, & j'y ajouterai encore quelques réflexions, §. 306.

III. *Réflexions sur quelques-unes des causes qui pourroient contribuer à des changemens, & sur les remèdes qu'on y pourroit apporter.*

§. 280. 1.° Nous avons dit, §. 265, qu'une Aiguille ne peut être aimantée que jusqu'au point de saturation. Si on l'aimante au-delà, elle perdra ce surplus : si donc elle a été plus que saturée, mais inégalement dans ses différentes parties, ou si ses parties sont inégalement trempées, ou si les pores de fer s'y trouvent diffé- §. 280. Le trop de force.

remment diſpoſés, le changement de forces devra néceſſairement être inégal : & ce changement inégal pourra rendre l'Aiguille imparfaite.

§. 281. La chaleur. §. 281. 2.° La chaleur pourra être une autre cauſe du changement de force. Les lames trempées deviennent plus molles par la chaleur, ce qui peut leur faire perdre une partie de leur vertu, & ſi elles s'amolliſſent inégalement, ces changemens de force ſeront inégaux dans les différentes parties. Il ſeroit intéreſſant d'examiner ſi la plus grande chaleur, qui a lieu dans l'athmoſphère, & que j'ai vue à 94° du thermomètre de *Fahrenheit* à l'ombre, & à 120° au ſoleil, ainſi que celle qui a lieu dans l'entrepont des vaiſſeaux, eſt aſſez grande pour produire quelque effet ſenſible. Je ne ſache pas qu'on ait fait des Expériences là-deſſus, mais cela me paroîtroit très-probable, ſi l'on fait attention aux belles Experiences de M. *Canton* (q). Cet habile Phyſicien mit un barreau magnétique aſſez proche d'une Aiguille pour qu'il la détournât de 45° N.E. Il jeta ſix onces d'eau bouillante ſur ce barreau. En ſix ou ſept minutes l'Aiguille retourna de 45′ vers le N. Après neuf autres minutes, elle étoit retournée de 15′ vers l'eſt : mais il fallut pluſieurs heures, avant qu'elle revînt à ſa première ſtation. Or il eſt certain que l'eau eſt parvenue, en ſe refroidiſſant, au point que la barre s'eſt trouvée entourée d'un milieu, qui n'avoit pas une plus grande chaleur que notre athmoſphère en a en été : & cependant ce barreau agiſſoit alors plus foiblement qu'après le refroidiſſement total. A la vérité un fluide, auſſi denſe que l'eau, pourroit, au même degré de chaleur, agir plus fortement ſur la barre que l'air. Cependant M. *Æpinus* conjecture qu'une lame acquiert moins de force en été qu'en hiver (r). Quelques Expériences que j'ai faites là-deſſus ne m'ont pas donné des réſultats aſſez conſtans pour affirmer quelque choſe : mais, en conſultant les nombreuſes Expériences que nous avons rapportées, on ne

(q) *Phil. Tranſ.* Vol. LI, *p.* 400.

(r) *Tentam.* §. 367.

voit pas que les forces de mes lames aient été plus petites en été qu'en hiver. Il eſt vrai qu'il faudroit faire ſur cette matière des Expériences à toutes les heures du jour, pendant très-long-tems. Mais c'eſt ce que ni mes occupations, ni les circonſtances ne m'ont permis de faire.

§. 282. Voici peut-être une autre cauſe d'où le changement de forces pourroit provenir : c'eſt que les poles tendent peut-être à l'équilibre, lorſqu'ils ont des forces inégales : il eſt du moins certain que des lames déjà imprégnées changent ſouvent de forces par rapport à la vertu magnétique, & c'eſt ce qui n'a pas échappé aux ſavantes recherches de MM. *Duhamel* & *Antheaume (ſ)*. Ils ont eu des barreaux, qui, aux premières touches, ne prenoient qu'une vertu très-foible : mais qu'ils en acquéroient une très-grande, après avoir été quelque-tems dans leur boîte avec leur contact, & enſuite retouchées de nouveau. §. 282. Tendance à l'équilibre.

§. 283. M. *Hiorter (t)* a ſoupçonné, en vertu de l'influence qu'il ſavoit que l'aurore a ſur la déclinaiſon, qu'il ſe pourroit que des lames aimantées dans des tems d'aurore boréale, acquiſſent des directions différentes. Des Expériences ſur ce ſujet ne pourroient qu'être très-utiles. Il ſeroit très-difficile, & peut-être impoſſible, d'en faire d'exactes par la méthode que j'emploie, à cauſe que la déclinaiſon change ſouvent à tout moment pendant l'apparition du météore : on ne ſait donc plus ce qu'on doit attribuer à ce changement de déclinaiſon, & ce qui eſt dû au changement de forces du barreau qu'on examine, ſur-tout parce que, comme nous le ferons voir dans la ſuite (§. 355 *& ſeq.*) différentes Aiguilles ont alors des mouvemens différens. C'eſt ce que j'ai éprouvé le 20 de Janvier 1775, en voulant faire une Expérience ſur ce ſujet. §. 283. Aurore boréale.

CLXXVI. EXPÉR. Il y eut une aurore boréale vers 9 heures Expérience.

(ſ) Mém. de l'Acad. *1750*, p. 161.

(t) Mém. de Suède, *1746*, p. 33.

du soir. Je voulus voir si elle agiroit sur les forces du barreau A dont j'ai parlé §. 278. J'employai ma lame, n.° 1, en guise d'Aiguille : le méridien magnétique ne tomboit pas sur le point *o*, mais à 15′ E : de sorte qu'il auroit fallu corriger tous les angles, en ajoutant 15′ à tous ceux qui sont formés par le pole boréal du barreau, & en en retranchant autant de ceux qui sont formés par l'action du pole austral. Je donne ici ces angles sans correction : on en verra la raison dans un moment. Le barreau étoit placé à 9 p. 4 lignes du centre de l'Aguille.

A 9^h 18′,	action du Pole S. = 15° 17′;	du Pole N. = 15° 55′
9^h 29′	. . . .	. . . . 15° 32′
29′	. . . .	. . . . 15° 55′
40′	. . . . 14° 42′	
41′	. . . . 15° 18′	
10^h 22′	. . . . 14° 47′	
45′	. . . . 14° 58′	
57′	. . . .	. . . . 16° 12′

Ce changement s'est fait en un moment ; je le suivois des yeux.

Je croyois alors que je pourrois connoître le changement de déclinaison au moyen d'une autre Aiguille, de celle dont je me sers pour observer la variation diurne : celle-ci varia peu : cependant en finissant je voulus vérifier la direction du méridien : je ne fus pas peu surpris de le voir à 20′ O. : il avoit donc changé de 35′. On ne sait donc pas quels sont, dans ces Expériences, les changemens qui sont dûs à la seule action du bareau. Il faudroit avoir, pour ces Expériences, un magnétomètre entièrement indépendant du magnétisme. Peut-être que celui de M. *Du Fai (u)* y satisferoit avec succès, mais il a l'inconvénient d'indiquer seulement si la force est plus grande ou moindre, sans donner de mesure fixe, & sans faire voir combien une force est plus grande que l'autre. Nos connoissances sur cette matière sont donc encore très-imparfaites.

(u) Mém. de l'Acad. 1731, p. 425.

§. 284. Je croyois qu'on pourroit remédier, plus ou moins, aux changemens opérés par les premières causes, en examinant combien il faudroit de frottemens, pour saturer une lame égale à celle dont on a dessein de se servir: ensuite, en observant de ne pas aimanter cette lame au-delà, de la garder pendant quelque-temps, pour voir s'il ne surviendroit pas de changemens à ses forces: je croyois qu'il seroit probable qu'il n'en arriveroit pas par ces causes, s'il n'en étoit pas arrivé quelque-temps après l'imprégnation. Je croyois aussi qu'il pourroit être bon d'examiner, par la méthode de M. *Canton*, à quel point les forces d'un barreau diminueroient, en la trempant dans de l'eau, parvenue à une chaleur plus grande que la plus forte qu'on éprouve dans les vaisseaux, & ensuite de ne pas aimanter la lame au-delà de ce point. Je croyois qu'alors cette lame ne seroit pas susceptible des changemens qui sont produits par la seule variation de température. Il est bien sûr qu'en procédant de cette façon, on pousse le scrupule aussi loin qu'il est possible. J'ai donc observé toutes ces précautions en aimantant ma lame, n.° 1: mais des Expériences faites pendant long-tems, sur cette lame & sur d'autres, & dont nous venons de rapporter une partie, m'ont fait voir qu'elles n'en sont pas moins susceptibles de changemens: soit que je me sois trompé dans mes conjectures, soit que ces changemens proviennent de causes toutes différentes, qui me sont inconnues, ou de la combinaison d'une multitude de causes différentes. Jusqu'ici les Expériences me forcent de conclure, que ces changemens sont invincibles, & entièrement hors du pouvoir de l'Artiste. Si cela est, il n'y reste d'autre parti à prendre qu'à construire les Aiguilles de façon qu'elles donnent à ces changemens le moins de prise possible, ou qu'ils n'y puissent causer que peu d'effets nuisibles.

§. 284. Réflexions sur les Remèdes.

CHAPITRE XIV.

Du Fer, ou de l'Acier, dont il convient de faire les Aiguilles.

§. 285. Observations de plusieurs Physiciens. §. 285. NOUS NE NOUS ARRÊTERONS PAS à examiner tout ce que les Physiciens ont écrit sur ce sujet. Je me contenterai de remarquer, qu'il est certain par les Expériences des plus célèbres d'entr'eux, de MM. *La Hire (v)*, *Musschenbroek (w)*, *Bougner (x)*, *du Fay (y)*, *Du Hamel (z)*, *Le Maire (a)*, *Antheaume (b)*, qu'il y a des aciers qui ne sauroient s'aimanter comme il faut, & qui acquierent moins de vertu que d'autres. Je ne sache pas qu'il y ait de règles sur ce sujet: c'est à l'Expérience seule à en décider. Nous croyons qu'il convient de prendre de l'acier le plus fin, le plus uniforme, & le plus exempt de nœuds qu'il sera possible de trouver: les parties n'en recevront la force que plus uniformément.

§. 286. De la trempe. §. 286. Il est de plus nécessaire que les lames soient trempées très-dur, & aussi uniformément qu'il soit possible: elles en retiendront la vertu plus abondamment & plus long-tems, quoiqu'il puisse y avoir des exceptions à cette règle. Comme je n'ai pas été à même de faire moi-même des Expériences sur la meilleure

---

(v) Mém. de l'Acad. *1717*, p. 284.

(w) *Dissert. de Magnete*, p. 96.

(x) Dissert. sur la manière d'observer la Déclin. *p. 4.*

(y) Mém. de l'Acad. *1731*, p. 428.

(z) Mém. de l'Acad. *1745*, p. 185.

(a) *Ibid.*

(b) Mém. de l'Acad. *1750*, p. 163.

manière de tremper l'acier, je ne ſaurois mieux faire que de m'en rapporter à ce que MM. *Du Hamel* & *Antheaume (c)* ont découvert à ce ſujet.

« Il eſt bon, quand les barreaux ſont forgés, de les écrouir à » petits coups de marteau, à meſure qu'ils refroidiſſent. Les bons » Forgeurs ont coutume de les écailler, en trempant leur mar- » teau dans l'eau, & cette précaution nous paroît fort bonne. » L'acier trempé en paquet, eſt très-propre à recevoir la vertu » magnétique.

» Il n'eſt pas indifférent, dit M. *Antheaume*, de ſe ſervir de » toutes ſortes d'acier, pour faire de bonnes barres magnétiques. » Les aciers de Carme & à la roſe, & les aciers d'Angleterre, » ſont les meilleurs pour cet uſage. Mais il faut obſerver, lorſ- » qu'on veut que les barres ſoient trempées dur, ſans aucun re- » cuit, & qu'elles reçoivent bien la vertu magnétique, que la » trempe qui convient à l'un, ne convient pas à l'autre: l'acier de » Carme ou à la roſe convient très-bien trempé dur, à l'ordi- » naire: l'acier d'Angleterre réuſſit mieux trempé en paquet. Si » cependant on ſe contentoit de la trempe, qu'on appelle *re-* » *venu au bleu*, toute trempe eſt indifférente. J'ai éprouvé qu'il » y avoit beaucoup d'avantages à planer long-tems l'acier avec le » marteau, après la trempe, & le recuit.

» Je fais rougir chaque barre un peu plus qu'il ne convient » pour la tremper, & alors, la faiſant tenir par une autre per- » ſonne, je la frotte une ou deux fois ſur les deux principales » faces en même-tems, avec un morceau de ſavon que je tiens » à chaque main: &, pendant cette friction, la barre revient à la » couleur convenable à la trempe, que je lui donne d'un coup. » Cette qualité de trempe m'a toujours très-bien réuſſi. Cepen- » dant j'ai éprouvé qu'au lieu d'employer le ſavon, ſi lorſque la » barre eſt rouge couleur de ceriſe, on la trempe dans une forte

---

(c) Mém. ſur les Aimans artif. p. 16.

» diſſolution d'une partie de ſel ammoniac ſur trois parties d'eau
» commune, trempée de cette façon elle recevra encore mieux
» la vertu magnétique. »

Indépendamment des raiſons que nous avons alléguées, il y en a encore une autre, ſelon M. *Æpinus (d)*, pour laquelle il eſt néceſſaire de tremper les barreaux très-dur : c'eſt qu'alors s'ils ſont longs, ils n'acquierent pas de poles ſucceſſifs, au contraire de ce qui arrive, même par la double touche, quand ils ſont faits de fer mol. Qu'il me ſoit cependant permis de remarquer que j'ai trouvé plus d'une fois des exceptions à cette règle : j'en ai déjà parlé ci-deſſus (§. 24 *& ſeq.*) & j'en parlerai encore dans le Chapitre ſuivant. Il eſt vrai néanmoins que des lames très-dures ſont moins ſujettes à cet inconvénient. Il réſulte donc toujours un très-grand avantage d'une forte trempe.

§. 287. Des lames qui ſe courbent par la trempe.

§. 287. Un grand inconvénient de la trempe, c'eſt que l'acier ſe tourmente. J'en ai vu qui s'étoit courbé ſelon la largeur, & ſelon l'épaiſſeur. Or on ſent aiſément combien cela eſt préjudiciable à une bonne lame. MM. *Du Hamel (e)* & *Autheaume* recommandent aux Forgerons de ne point redreſſer leurs barreaux à froid, mais de les faire chauffer toutes les fois qu'ils veulent les redreſſer; parce que les barreaux qu'on a redreſſés à froid, reprennent leur courbure quand on les trempe. Il eſt très-difficile d'éviter que les dimenſions du barreau ne ſoient altérées par la trempe. Ce qui m'a parfaitement réuſſi pour des barreaux qu'il m'importoit d'avoir parfaits, c'eſt de les faire faire un peu plus grands qu'il n'eſt néceſſaire, de les tremper enſuite avec précaution, & de les uſer enfin avec de l'émery ſur une plaque de plomb. Il en réſulte deux avantages. 1.° Ces lames deviennent parfaitement unies ſans la moindre inégalité : 2.° On les peut polir parfaitement, par où elles deviennent moins ſuſceptibles de rouille. Je fais uſer les lames de façon qu'elles deviennent

(d) *Tentam.* &c. §. 268.

(e) Mém. de l'Acad. 1750, p. 165.

parfaitement

parfaitement polies & équarries, ſelon les dimenſions requiſes. Je fais ſilloner au milieu des deux ſurfaces, que je me propoſe de rendre par la ſuſpenſion, la ſupérieure & l'inférieure, une ligne droite, peu profonde; je la prends pour l'axe, & je fais équarrir les lames de façon que cet axe paſſe *très - exactement* par ſon milieu. L'ouvrier, dont je me ſers, réuſſit parfaitement dans cette opération.

§. 288. Pour éviter les inconvéniens de la courbure, que les lames prennent par la trempe, je me ſuis quelquefois ſervi de la méthode qu'un très - célèbre Correſpondant de l'Académie m'a fournie; c'eſt de tremper les Aiguilles dans de l'huile : &, en effet, elles ſe courbent alors très-peu. Mais j'ai trouvé que ces Aiguilles ne ſont pas aſſez dures. Depuis ce tems, je les fais tremper très-dur; parce que l'Artiſte, dont je me ſers, a trouvé une méthode de tremper l'acier extrêmement dur, ſans qu'il ſe tourmente ſenſiblement. On peut enſuite donner très exactement aux lames les dimenſions requiſes, en ſuivant ce que nous avons dit dans le §. précédent. §. 288. Remèdes.

CHAPITRE XV.

De la façon d'aimanter les Aiguilles de Bouſſole.

I. *Obſervations générales.*

§. 289. Remarques générales.

§. 289. NOUS NOUS ÉLOIGNERIONS trop de notre but, ſi nous traitions en détail de ce qui a rapport à la manière d'aimanter. Cette matière a d'ailleurs été amplement traitée par pluſieurs illuſtres Phyſiciens. Il ſeroit ſur-tout à ſouhaiter que ceux qui ſont uſage d'un aimant *armé* pour aimanter des Aiguilles, & qui ſe ſervent des deux poles de l'armure (*f*), fiſſent attention aux Expériences de M. *Æpinus* ſur ce ſujet (*g*). Elles ſont d'autant plus remarquables, qu'elles font voir qu'il arrive quelquefois que les poles de la lame ſont opposés à ceux qu'on croit y devoir trouver : & j'ai de très-fortes raiſons de croire que la lame acquiert pluſieurs poles en ce cas.

Je me contenterai de faire quelques remarques ſur une ſeule queſtion, qui appartient eſſentiellement à notre ſujet : & j'indiquerai enſuite les précautions qu'on doit prendre pour aimanter les Aiguilles.

§. 290. Queſtion à réſoudre.

§. 290. Les Chambres de la Société Royale de Londres proposèrent, en 1666, cette queſtion : « Différens aimans donnent-» ils différentes directions aux Aiguilles, & peut-on frotter une » Aiguille de façon qu'elle ne montre pas le nord & le ſud ? (*h*) »

(*f*) *Bougner*, ſur la manière d'obſerver la Déclinaiſon, *p. 10.*

(*g*) *Novi Comm. Petrop.* Tome IX, *p. 326*; *Du Fay*, Mém. de l'Acad. *1730*; & *Monnier*, Hiſt. de l'Acad. *même Année*, pp. 13-18.

(*h*) *Phil. Tranſ.* n.° 23, *p. 424.*

M. *Sellers* a fait plusieurs Expériences pour y satisfaire, & a répondu, qu'il avoit souvent touché des Aiguilles à différens endroits de la pierre, avec toutes les différences possibles, & que ces Aiguilles donnoient la même direction que celles qui avoient été frottées sur le pole même : il trouva aussi que des Aiguilles frottées à différens aimans, donnoient la même direction.

Expériences de divers Physiciens.

M. *Petit* a fait des Expériences semblables, & a obtenu le même résultat *(i)*. Il en avoit déjà fait de pareilles en 1660 *(k)*. Il a même trouvé que des Aiguilles de différentes longueurs frottées sur différentes pierres, donnoient alors constamment à Paris $4\frac{1}{2}°$ E.

M. *De la Hire* a trouvé, que deux Aiguilles égales, aimantées à différens aimans, donnoient la même déclinaison *(l)*.

En 1723, M. *Graham* aimanta trois Aiguilles très-mobiles, sur la partie de l'armure d'un excellent aimant, laquelle étoit la plus proche du pole, & il n'a pas trouvé de différence dans la direction, après les avoir frottées sur une autre partie *(m)*.

M. *Bougner* étoit du même sentiment, & pensoit que la qualité de la pierre, ou la manière d'aimanter, ne peuvent pas apporter de différence dans la variation (*n*). Il sembleroit cependant que M. *Poleni* ait eu connoissance d'Expériences contraires (*o*): car il dit, *compertum est non ab omnibus acubus præsertim ad varios magnetes affrictis eandem exiberi declinationem.*

(i) Phil. Transf. n.° 28, *p.* 530.

(k) Lettre à M. *De la Chambre*, Janv. 1660, insérée dans l'Astronomie physique de *Du Hamel*, *Opera*, Tome I, *p.* 237.

(l) Mém. de l'Acad. 1705, p. 100.

(m) Phil. Transf. n.° 483, p. 101.

(n) loc. cit. p. 7.

(o) Phil. Transf. n.° 421, *p.* 215.

§. 291. Réponse. §. 291. Si l'on fait attention à ce que nous avons dit ci-dessus (§. 201 *& seq.*) on verra aisément qu'il ne peut y avoir qu'un cas, où des Aiguilles, d'ailleurs semblables, frottées à différens aimans, ou à différentes parties d'un même aimant, peuvent acquérir différentes directions : c'est celui où les parties homologues acquerreroient des forces inégales. Or ce cas peut arriver de deux façons.

Fig. 39. 1.° Si on appuie inégalement sur les parties BA*ab* & *ba*αB : 2.° si tous les points de la partie CD de l'aimant, sur laquelle on frotte l'Aiguille, n'ont pas la même force, & si leur différence est sensible, comme on sait que cela arrive quelquefois dans des aimans naturels. Il pourroit même exister un cas, où la différence seroit encore plus grande : c'est celui où l'on frotteroit l'Aiguille très-près de l'équateur de la pierre ; il se pourroit alors que CE fût boréal : ED austral, & qu'ainsi les parties Ba, *ba* de l'Aiguille acquissent des vertus opposées, ce qui ne pourroit que donner à l'Aiguille une fausse direction, sur-tout si elle est large.

§. 292. Expériences. §. 292. J'ai fait, le 23 Mars 1774, deux Expériences qui confirment ce que je viens d'avancer.

CLXXVI. Expér. J'ai pris une lame, celle dont j'ai fait usage §. 251. J'ai joint les deux poles amis de deux barreaux, & j'ai frotté la lame à l'ordinaire. Il est clair, que si j'avois pressé partout également, ou, si les parties avoient acquis également la vertu magnétique, que cette lame n'auroit eu aucune direction: mais ayant déterminé le méridien avec soin, je trouvai que cette lame s'arrêtoit à 7° · 21′ à l'O. de ce méridien. Je la détournai de sa direction : elle y revint à cinq ou six minutes près.

CLXXVIII. Expér. J'ai ensuite aimanté cette lame avec deux barreaux très-inégaux en force, que j'appliquai l'un contre l'autre par les poles de même nom, comme s'ils ne faisoient qu'un seul barreau ; la lame s'arrêta à 18′ à l'O. du méridien.

Conséquence. Ceci suffit pour faire voir que des Aiguilles peuvent très-aisément acquérir des directions différentes, si on les frotte sur

différentes partie de la pierre. Il est donc nécessaire de ne faire usage que des poles, sur-tout si on se sert d'un aimant naturel.

II. *Méthode d'aimanter.*

§. 293. On a prouvé, il y a long-tems, qu'il est beaucoup plus avantageux de se servir de barreaux aimantés que d'aimans naturels *(p)*. Et, en effet, 1.° il seroit difficile de donner, par des aimans naturels, assez de force à des lames, telles qu'il convient de les avoir pour faire de bonnes Aiguilles. §. 293. Avantages des barreaux, sur les Aimans naturels.

2.° La force pénétre alors mieux les lames : peut-être même d'une façon un peu différente : car nous avons vu, (§. 259), que des lames aimantées par un aimant naturel, ont souffert beaucoup de changemens par l'action de la foudre, qui, dans le même tems, n'a pas influé le moins du monde sur des lames aimantées par la double touche.

3.° La double touche est la seule méthode par laquelle on puisse se flatter de pouvoir rendre les deux poles égaux. Or nous avons fait voir ci-dessus combien cela pouvoit importer.

Nous concluons donc, qu'il faut nécessairement faire usage de la méthode de la double touche. Cette méthode a été assez souvent décrite, pour qu'il soit inutile de s'y arrêter. J'indiquerai donc simplement quelques précautions qu'il convient de prendre, particulièrement pour des lames, destinées à des Boussoles, & dont les Physiciens que j'ai été à portée de consulter, n'ont pas fait mention.

§. 294. Il faut prendre des barreaux dont les forces soient à très-peu-près égales, & qui soient plus larges que la lame qu'on veut aimanter : il faut les placer sur la lame de façon que l'excès de la largeur soit égale des deux côtés, afin de tâcher de donner des forces égales aux parties homologues de la lame, §. 291. §. 294. Préceptes sur la façon d'aimanter.

(p) *Æpinus*, Differt. sur les Aiguilles de Boussole, citée §. 23.

2.° Il faut poser le milieu de l'intervalle qu'il y a entre les poles des barreaux exactement sur le point qu'on a déterminé pour le centre magnétique, ou sur le milieu de la lame.

3.° Aimantez alors la lame en question, ayant soin de presser par-tout également, (§. 291), & de mouvoir les barreaux du mouvement le plus uniforme qu'il se pourra, en frottant chaque partie de la lame un nombre égal de fois. Ces deux précautions servent à rendre les poles égaux.

4.° Il faut frotter la lame un nombre égal de fois, des deux côtés, & avec des précautions égales. Je crois même qu'il est plus avantageux de frotter la lame d'abord, dix fois, par exemple, d'un côté: puis dix fois de l'autre: puis dix fois du premier côté, &c. afin que la force pénètre également, s'il est possible, toutes les parties, & que les particules homologues puissent obtenir des forces égales.

5.° Si l'on croyoit que les idées proposées, §. 284, peuvent être de quelque utilité, on ne doit pas pousser l'imprégnation au-delà du point dont il a été fait mention dans ce §.

§. 295. Avantages de la méthode de M. *Antheaume.*

§. 295. Il y a deux méthodes d'aimanter selon la double touche. La première est celle du Docteur *Michell*, dans laquelle les barreaux sont joints par le haut & séparés par en bas: l'autre a été inventé en même-tems par MM. *Antheaume* & *Æpinus*: les barreaux sont fort distans par en haut, & ne le sont que très-peu par en bas, de l'épaisseur d'une carte à jouer: par exemple, M. *Æpinus* donne la préférence à cette seconde méthode, mais plus théoriquement que par Expérience, car il n'en détaille aucune. Je me suis servi au commencement de la méthode du Docteur *Michell*, dont la manipulation me paroît un peu plus aisée: mais je me suis apperçu ensuite que l'autre donnoit plus de force aux lames: elle est donc préférable à cet égard: c'est ce qu'il me sera facile de prouver par quelques Expériences.

§. 296. Expériences là-dessus.

§. 296. CLXXIX. Expér. Je me suis servi d'une lame parfaitement dure, n.° 2. Elle a 9 p. 7·9 l. de longueur, ou 9·689 p.

2.4 l. de largeur : 0·4 l. d'épaisseur, & pese 209 grains. Je l'ai aimantée au mois d'Août 1774, à la méthode de M. *Michell*, & je n'ai pu parvenir qu'aux résultats suivans.

$$\text{Dist. 5 p. 10 l. force du pole } \left.\begin{array}{r} N = tang\ 28\tfrac{1}{4}^\circ = 537 \\ S = tang\ 28\tfrac{1}{4}^\circ = 857 \end{array}\right\} = 1 : 1$$

$$\text{Dist. 7 p. 1. 7 l. force du pole } \left.\begin{array}{r} N = tang\ 16\tfrac{1}{2}^\circ = 296 \\ S = tang\ 16\tfrac{1}{4}^\circ = 304 \end{array}\right\} = 1 : 1.017$$

$$\overline{1 : 1.008}$$

En commençant à osciller par un arc de 60°, cette Aiguille a fait, chaque oscillation, en 8·4″.

CLXXX. Expér. Au mois de Décembre 1774, j'ai aimanté la lame n.° 3, dont les dimensions & le poids diffèrent peu de celles du n.° 2, à la façon du Docteur *Michell* : je ne me suis servi des mêmes barreaux que pour le n.° 2, & je n'ai pu parvenir qu'aux résultats suivans.

$$\text{Dist. 5 p. 10 l. force du pole } \left.\begin{array}{r} N = tang\ 32^\circ\ 13' = 630 \\ S = tang\ 31^\circ\ 35' = 629 \end{array}\right\} = 1 : 1.010$$

$$\text{7 p. 5. 7 l. .... } \left.\begin{array}{r} N = tang\ 18^\circ\ \ 5' = 327 \\ S = tang\ 17^\circ\ 43' = 319 \end{array}\right\} = 1 : 1.025$$

$$\overline{1 : 1.021}$$

En commençant par un arc de 30°, l'Aiguille a fait 24 oscillations, & chacune en 7·5″. Par un arc de 45°, elle a fait 30 oscillations, & chaque oscillation en 7·67″.

§. 297. J'ai ensuite aimanté la même lame, avec les mêmes barreaux, mais par la méthode de M. *Antheaume*, & j'ai pu parvenir aux forces suivantes. §. 297. Expériences.

CLXXXI. Expér. ....

$$\text{Dist. 5 p. 10 l. force du pole } \left.\begin{array}{r} N = tang\ 50^\circ = 1192 \\ S = tang\ 53\tfrac{1}{2}^\circ = 1351 \end{array}\right\} = 1 : 1.134$$

$$\text{7 p. 5. 7 l. .... } \left.\begin{array}{r} N = tang\ 26\tfrac{1}{2}^\circ = 493 \\ S = tang\ 27\tfrac{1}{2}^\circ = 521 \end{array}\right\} = 1 : 1.077$$

$$\overline{1 : 1.105}$$

En commençant par un arc de 45°, cette lame a fait 30

ofcillations en 201″, ou chacune en 6·7″; les dix premières fe faifoient en 7·2″ chacune.

CLXXXII. Expér. Enfin j'ai aimanté, felon la même méthode, & avec les mêmes barreaux, n.° 4, dont les dimenfions diffèrent peu des n.os 2 & 3, j'ai eu ....

Dift. 7 p. 5.7 l. force du pole N = *tang* $28\frac{1}{2}°$ = 543	} = 1 : 1.064	
S = *tang* $30\frac{3}{4}°$ = 595		
9 p. 6.7 l. .... N = *tang* $16\frac{1}{2}°$ = 296	} = 1 : 1. 04	
S = *tang* 17° = 316		
	1 : 1.052	

En commençant par un arc de 48°, cette lame a fait 38 ofcillations en 240″, ou chacune en 6·32″: par un arc de 30°, elle en a fait 30.

A cet égard donc la méthode de M. *Antheaume* me paroît préférable: car les Expériences précédentes ne laiffent aucun doute qu'elle ne produife une plus grande force. Il eft vrai qu'elle pourroit être fujette à un grand inconvénient, dont j'ai parlé, §. 124 *& feq*, quoique je ne veuille pas attribuer ce défaut à cette feule méthode. J'en conclurai feulement, qu'il faut procéder avec la plus grande circonfpection, & qu'alors la méthode de M. *Antheaume* me paroît préférable.

III. *Examen de l'Aiguille, après qu'on l'a aimantée.*

§. 298. Examen de la force des poles.

§. 298. Quand on aimante l'Aiguille, même en fe fervant de toutes les précautions requifes, il eft d'une néceffité indifpenfable d'en faire un examen fcrupuleux; cet examen doit avoir pour objet, la force des poles, leur nombre, & la fituation du centre magnétique.

1.° Pour examiner les forces des poles, on peut fe fervir de la méthode, dont j'ai fait ufage dans tout le cours de ces Recherches, & que j'ai trouvée fuffifamment exacte dans la pratique. Pour plus d'exactitude, on doit répéter l'Expérience à diverfes diftances, & prendre un milieu entre les réfultats. Cet examen eft très-néceffaire pour s'affurer qu'il n'y a pas une trop grande

différence

différence entre les poles: car il arrive quelquefois qu'ils diffèrent beaucoup, quoiqu'on ait employé avec circonſpection les méthodes propres à les rendre égaux : or nous avons vu ci-deſſus, §. 201 *& ſeq.* combien il eſt important qu'ils ſoient tels. Je ſais bien qu'il eſt impoſſible qu'ils le reſtent toujours, quand même on ſeroit parvenu à les rendre parfaitement égaux au commencement, puiſqu'ils ſont dans un changement continuel : mais il eſt apparent qu'ils s'éloigneront d'autant moins de l'égalité, qu'ils en auront approché davantage dans leur origine. Or c'eſt par Expérience que je dis que les poles peuvent devenir inégaux, quoiqu'on ait employé tous ſes ſoins à les rendre égaux. En voici un exemple.

§. 299. CLXXXIII. Expér. Le 31 d'Octobre 1775, j'aimantai la lame dont j'ai parlé, §. 123. Je me ſuis ſervi de la méthode de M. *Antheaume*, avec toutes les précautions poſſibles. J'en frottai chaque côté cinquante fois, & j'ai trouvé, ... §. 299. Expérience.

$$\text{Diſt. 7 p. 5,7 l. force du pole } \left.\begin{array}{l} N = tang\ 44^\circ = \ \ 966 \\ S = tang\ 50^\circ = 1192 \end{array}\right\} = 1 : 1{,}223;$$

Différence très-conſidérable, & qui ſeroit très-nuiſible. Il faut donc, en ce cas, employer tous ſes ſoins à réduire les poles à l'égalité, & ſur-tout tâcher d'éviter le défaut dont j'ai parlé, §. 123.

§. 300. Une ſeconde raiſon pour laquelle on doit faire un examen ſcrupuleux de l'Aiguille, après l'avoir aimantée, c'eſt pour s'aſſurer qu'elle n'a que deux poles. Car nous avons vu, d'un côté, combien les lames, à pluſieurs poles, ſont mauvaiſes pour les Bouſſoles, & de l'autre, (§. 124 *& ſeq.*) combien il eſt facile qu'elles deviennent telles. Un des moyens les plus ſimples d'examiner les lames, c'eſt de répandre de la limaille ſur une glace qui couvre la lame, & de voir combien de centres magnétiques elle indique. Les deſſeins de M. *Bazin* peuvent être d'un grand ſecours. Je ne répéterai pas ici ce que j'ai dit, ci-deſſus, de la production de ces faux poles, j'en ai parlé aſſez au long, §. 123 *& ſeq.* §. 300. Du nombre des poles.

§. 301. Situation du centre magnétique.

§. 301. Une troisième raison, qui nous doit déterminer à examiner la lame, c'est l'importance qu'il y a à constater la situation du centre magnétique. On peut se servir de deux méthodes : la première est celle de M. *Æpinus*, dont j'ai parlé, §. 133. On répand la limaille sur une glace qui couvre la lame. Le centre de toutes les courbes est le centre magnétique. On peut pousser l'exactitude jusqu'à une demi-ligne. Je me suis constamment servi de cette méthode dans le cours de ces Recherches (*q*).

La seconde méhode est celle qui a été employée par M. *Wan-Swinden* (*r*). On meut la lame parallèlement au méridien magnétique, & on l'arrête lorsque l'Aiguille est revenue dans sa situation naturelle. La perpendiculaire, menée du centre de l'Aiguille sur la lame, indique la situation du centre magnétique. On peut se servir de cette méthode de deux façons : car ou les poles de même nom de l'Aiguille & de la lame, sont posés vers le même côté, ou ils le sont vers des côtés opposés. On prend ensuite un milieu de ces résultats. Cette méthode me paroît bonne, quand on se sert de fort grands barreaux, ou de barreaux qui ont peu de force : mais celle de M. *Æpinus* me paroît préférable de beaucoup, quand on a des lames d'une médiocre grandeur, & bien imprégnées, comme le sont toutes celles dont nous nous sommes servis dans ce Mémoire.

§. 302. Des irrégularités qu'il peut y avoir dans les lames.

§. 302. En recherchant le centre magnétique, selon la méthode de M. *Æpinus*, on peut profiter d'un avantage important qu'elle procure. Il arrive quelquefois qu'une lame n'a qu'un centre magnétique, qu'elle n'a que deux poles, & qu'elle a cependant des irrégularités qui la rendoient très-nuisible pour des Aiguilles de Boussole. Les nombreuses Expériences, que j'ai faites sur cette matière, m'ont mis à portée de faire cette découverte. Quand une lame est parfaitement aimantée, la limaille est dispo-

---

(*q*) *Tentam.* §. 297; Differt. citée ci-dessus, *p.* 575; *Novi Comm. Petrop.* Tom. XII, *p.* 331.

(*r*) *Tentam.* §. 50.

ſée comme elle eſt repréſentée dans la *fig.* 1, de la Pl. 1, de la *Deſcription des courans magnétiques de* M. *Bazin.* Mais il m'eſt arrivé que la limaille, au-lieu de n'être perpendiculaire que juſqu'à une petite diſtance du pole, l'étoit juſqu'au quart ou au tiers de la lame, ou qu'elle ne faiſoit pas de courbures fort régulières, ou enfin que les courbures étoient entièrement confuſes. Dans tous ces cas, j'ai trouvé que le centre magnétique étoit beaucoup plus près d'une des extrémités de la lame, que ne l'exigeoit la proportion des forces meſurée, & appliquée à la formule donnée, §. 32, pour le centre magnétique, & dont j'ai reconnu l'exactitude dans tous les cas dans leſquels la limaille eſt régulière. C'eſt même cette différence qui m'a d'abord frappé, & qui m'a porté à conſidérer la limaille plus attentivement que je ne l'avois fait ci-devant. Voici quelques-unes de ces Expériences.

§. 303. Le 22 de Décembre 1775, je me ſuis ſervi d'une lame marquée, n.° 7, longue de 8 p. 9 · 5 l. large de $2\frac{1}{2}$ l. épaiſſe de 0 · 55 l. qui pèſe 245 grains. §. 303. Expériences là-deſſus.

CLXXXIV. Expér. J'ai frotté cette lame vingt fois de chaque côté, à la façon de M. *Antheaume*, en commençant au tiers de la longueur, à compter de l'extrémité que je deſtinois à être le pole N. J'avois alors des raiſons de commencer à ce point-là. Je trouvai; . . . .

$$\text{Diſt. } 7 \text{ p. } 5 \cdot 7 \text{ l. pole } \left.\begin{array}{l} N = tang\ 34^\circ\ 20' = 683 \\ S = tang\ 31^\circ\ 20' = 609 \end{array}\right\} = 1 \cdot 12 : 1.$$

CLXXXV. Expér. J'ai enſuite examiné la lame au moyen de la limaille: elle étoit confuſe au milieu; les courbes n'étoient pas concentriques, ce qui eſt cauſe qu'on ne pouvoit pas déterminer la ſituation du centre magnétique à 4 ou 5 l. près: mais il étoit ſûrement plus près du pole N, que ne l'exigeoit la proportion des forces, ſelon laquelle il auroit dû être à 4 p. $3\frac{1}{2}$ du pole N.

§. 304. CLXXXVI. Expér. J'ai frotté enſuite chaque côté vingt fois, à la méthode du Docteur *Michell*. J'ai eu, à la §. 304. Autres Expériences.

même diſtance, ...

Pole N = 22° 30′ = 414 } = 1 : 1.231.
S = 27° = 510

CLXXXVII. Expér. La limaille étoit fort irrégulière dans la partie auſtrale, & même dans la boréale elle étoit perpendiculaire pendant une grande diſtance : auſſi le centre magnétique étoit-il à 3 p. 6 · 5 l. du pole S, au lieu qu'il n'auroit dû être qu'à 4 p. 2 · 1 l.

CLXXXVIII. Expér. J'ai frotté encore vingt fois de même; mais en commençant à $\frac{5}{12}$ de la longueur, j'ai eu ....

Pole N = *tang* 24° = 445 } = 1.16 : 1.
S = *tang* 21½° = 386

CLXXXIX. Expér. La limaille étoit un peu irrégulière dans le bras auſtral : auſſi y a-t-il eu une grande aberration de calcul pour le centre magnétique. Je l'ai trouvé à 3 p. 7 · 4 l. du pole boréal : ce qui donneroit, pour la proportion des parties boréale & auſtrale, ou m = 1 · 4, & pour celle des poles 1 · 96 : au-lieu de 1 · 075, & 1 · 16, que donne la meſure des poles.

§. 305. Conſéquences. §. 305. Je pourrois encore ajouter à ceci nombre d'Expériences, faites avec cette même lame, & avec d'autres : mais celles-ci me paroiſſent ſuffire. Je ne m'étendrai pas ſur les cauſes du phénomène : le fait nous doit ſuffire, pour faire voir quelles précautions, juſqu'à préſent peu connues, on doit prendre en aimantant les barreaux deſtinés aux Bouſſoles : car il eſt aiſé de ſentir par-tout ce qui a été dit, & j'oſe me flatter, démontré ci-deſſus, combien de pareilles irrégularités, dans un barreau, pourroient contribuer à lui donner une fauſſe direction : n'en réſulta-t-il même que ce ſeul inconvénient, qu'il ſeroit impoſſible de s'aſſurer que le centre de mouvement ſeroit placé dans le centre magnétique, ou aux environs de ce centre.

§. 306. Des forces de parties homologues. § 306. Un dernier examen, qu'il ſeroit à ſouhaiter qu'on pût faire avec préciſion, ſeroit de voir ſi les parties homologues de la lame ont des forces égales. J'avois imaginé une

méthode que je croyois bien ſimple, & qui l'eſt effectivement dans la théorie, mais que j'ai reconnue difficile dans la pratique. La voici.

Soit AB une Aiguille mobile ſur ſon centre C. Poſez la lame que vous éprouvez en MS. L'Aiguille acquerra la ſituation *ab*. Répétez cette opération pour d'autres diſtances, en approchant la lame vers B. Tournez la lame ſans-deſſus-deſſous, de façon que le côté SN ſoit le plus près de l'Aiguille: répétez les mêmes examens aux mêmes diſtances. Si l'Aiguille eſt détournée ſous les mêmes angles qu'elle l'étoit lorſque le côté S*n* étoit le plus près, les parties B*m* & S*m* auront les mêmes forces: car les diſtances, les inclinaiſons, &c. reſtent les mêmes dans les deux cas. *Fig. 40.*

J'ai dit que cette méthode étoit difficile dans la pratique: & en effet quand la lame SN n'eſt pas large, les diſtances *bſ* & *b*S different peu: ainſi, les attractions différeront peu auſſi que S ſoit *s* ou en S, & la petite différence qu'il peut y avoir ſe confondra avec les petites erreurs inévitables dans des Expériences auſſi délicates, ou pourra s'évanouir en prenant des nombres moyens de beaucoup d'Expériences. J'en ai fait plus d'une fois avec ſuccès, comme on l'a vu §. 218: d'autres fois, pour des lames étroites, je n'ai rien obtenu de conſtant. J'aimerois donc mieux me ſervir de l'opération du retournement, qui ſera expliquée, §. 330.

§. 307. J'ai ſuppoſé, dans ce Chapitre, qu'on pouvoit placer le centre magnétique où on le jugeoit à propos. Cela ſuppoſe qu'on eſt maître auſſi de la ſituation du centre de mouvement. Cela n'a pas lieu quand on a fait le trou pour placer la chappe, avant que d'aimanter l'Aiguille. En ce cas, il faut employer tous ſes ſoins pour que le centre magnétique tombe exactement, ou à-peu-près, au milieu du trou. Mais on a déjà vu (§§. 121, 123), combien il eſt déſavantageux de percer la lame; & nous donnerons, dans le Chapitre ſuivant, des moyens de ſuſpendre la lame ſans qu'il ſoit néceſſaire de la percer d'aucun trou. §. 307. Remarque.

CHAPITRE XVI.

De la ſuſpenſion des Aiguilles.

§. 308. Sens de cette queſtion. Conditions requiſes.

§. 308. La seconde question, propoſée par l'Académie ; « quelle eſt la meilleure manière de ſuſpendre les Aiguilles aimantées, » paroît, au premier abord, en contenir deux autres, ſi on l'applique à l'uſage des Navigateurs : 1.° Quelle eſt la meilleure manière de ſuſpendre les Aiguilles dans leurs boîtes. 2.° Quelle eſt la meilleure manière de ſuſpendre les boîtes mêmes. Mais, comme l'Académie ne fait mention dans ſon Programme que des ſeules Aiguilles, je crois devoir m'en tenir à la première queſtion. Je remarquerai ſeulement, quant à la ſeconde, que la perfection de la ſuſpenſion des boites, conſiſte à les rendre ſujettes aux balancemens du navire le moins qu'il eſt poſſible. On peut voir, au ſujet des ſuſpenſions qui ſont propres à produire cet effet, les ſavantes Recherches de M. *Bougner*, dans la Diſſertation ſur la *Méthode d'obſerver exactement en mer la hauteur des Aſtres*, laquelle a remporté le prix de l'Académie en 1729. Le §. 19 & ſuivans de cette Diſſertation, contiennent les principes dont je croirois devoir faire uſage, ſi je traitois cette matière.

Pour pouvoir répondre, d'une manière ſatisfaiſante, à la queſtion propoſée ſur la ſuſpenſion des Aiguilles, il faut connoître, avant tout, ce qui eſt requis pour avoir une ſuſpenſion parfaite. Il me ſemble qu'une ſuſpenſion ſera telle, ſi elle ſatisfait à ces deux conditions. 1.° Si, par elle-même, elle n'empêche pas la force directrice univerſelle de diriger l'Aiguille dans le véritable méridien magnétique : 2.° Si elle ne donne pas de priſe aux cauſes étrangères, qui pourroient troubler le mouvement de l'Aiguille, ou l'empecher de revenir au méridien, quand elle en aura été détournée. Je vais tâcher de donner une ſuſpenſion qui réponde à ces deux conditions.

I. *Examen de la première condition, à laquelle une bonne ſuſpenſion doit ſatisfaire.*

§. 309. La première condition à laquelle on doit ſatisfaire, eſt que la ſuſpenſion ne doit pas, par elle-même, empêcher la force directrice d'agir, & de pouſſer l'Aiguille dans le méridien. Nous ſuppoſerons ici qu'on ait conſtruit la lame avec toutes les précautions requiſes : qu'elle ait la figure de parallélogramme, §§. 201, 216, que toutes ſes parties homologues aient une force égale, §§. 217, 306, qu'on ait exactement déterminé le centre magnétique, §. 301 & *ſeq.* Enfin qu'on ait tracé, ſur la ſurface ſupérieure de la lame, une ligne que je nomme l'*axe*, qui paſſe exactement par le milieu, & par conſéquent par le centre magnétique, & qui ſoit parallèle aux côtés de la lame, §. 217. Quand toutes ces conditions ſont remplies, il ne reſte plus qu'une ſeule choſe à faire, c'eſt de faire coïncider le centre de ſuſpenſion, ou de mouvement, avec le centre magnétique, ou du moins de le faire tomber ſur l'axe, & de le faire, avec une préciſion, qui monte tout au moins à une dixième ou à une quinzième partie de ligne : car nous avons déjà vu, (§§. 214, 215), & nous le verrons plus amplement dans la ſuite, (§. 342), qu'une pareille erreur peut être de conſéquence. Nous avons, je crois, prouvé ci-deſſus, §. 201 & *ſeq.* qu'une Aiguille ne ſauroit s'arrêter dans le méridien, à moins que le centre de mouvement ne tombe ſur le centre magnétique, ou dans l'axe, à l'exception du ſeul cas où les poles ſont égaux, & reſtent toujours égaux, ce qui vraiſemblablement n'aura pas lieu. (Chap. XIII.) Il eſt donc néceſſaire que la ſuſpenſion ſatiſfaſſe aux conditions que nous venons d'exiger : conditions, qui, toutes importantes qu'elles ſont, ont cependant été omiſes par tous les Phyſiciens que j'ai été à portée de conſulter. §. 309. Première condition.

§. 309.* Les Phyſiciens ont employé deux méthodes pour la ſuſpenſion des Aiguilles. La première c'eſt de percer l'Aiguille même d'un trou propre à recevoir la chappe. Cette méthode eſt §. 309*. Suſpenſion, en perçant la lame.

presqu'universellement adoptée : elle est cependant très-mauvaise. Car 1.° le trou, dont on perce la lame, rend la force des parties irrégulières, (§. 123), & même peut produire plusieurs poles, §§. 121, 119; ce qui est très-désavantageux, comme nous l'avons prouvé (§§. 109, 305). 2.° Il n'est pas possible, ou du moins il est très-difficile de faire coïncider le centre de mouvement avec l'axe : c'est ce que nous détaillerons dans un autre endroit, (§. 343), où cette discussion trouvera sa place naturelle.

§. 310. Seconde méthode.

§. 310. La seconde méthode consiste à ne pas percer l'Aiguille; je ne connois que MM. *Knight*, *Leiher*, & *Kotelnikow*, qui en aient fait usage, ainsi que M. *Lous* dans ses Aiguilles composées.

M. *Knight* (*f*) applique la chappe sous la rose, & l'Aiguille au-dessus: on seroit meme tenté de croire parce qu'il dit (p. 510), qu'il aimante l'Aiguille, lorsqu'elle est déjà sur la rose. Quoi qu'il en soit, toutes les raisons que nous alléguerons ci dessous, §. 343, pour prouver l'invalidité des chappes, s'appliquent ici, & me convainquent qu'il est impossible de placer de cette manière le centre de mouvement dans l'axe, avec une précision suffisante.

Fig. 41. M. *Leiher* (*t*) a inventé, en 1758, une autre suspension. Il applique sur la lame la petite potence AB, qu'il y arrête au moyen de deux vis, 1, 2, assez petites pour que leurs écrous ne puissent, en aucune façon, nuire à la lame. La vis F se termine en une pointe d'acier fort dure. On pose cette pointe dans une chappe d'agate, placée dans la lame CD, & l'Aiguille est suspendue de cette manière. Ou bien, M. *Leiher* applique cette potence sur l'étui KH, qui reçoit la lame, & qu'on arrête au moyen de la vis E. Il n'est pas nécessaire alors de faire le moindre trou à l'Aiguille. *Fig. 45.*

(*f*) *Phil. Transf.* Vol. XLVI, *p. 510.*

(*t*) *Novi Comm. Petrop.* Tom. VII, *p. 308.*

Deux

Deux ans après, M. *Zeiher* (*u*) perfectionna cette méthode de façon que l'Aiguille puisse faire le tour du cercle entier. Pour cet effet, il applique la potence ECDF au-dessous de l'Aiguille, *Fig. 44.* & la rend mobile sur la chappe J. On applique aux colonnes CE, DF, un cercle de cuivre, afin que le centre de gravité tombe au-dessous du centre de mouvement. On peut aussi placer ces deux colonnes aux extrémités de l'Aiguille, & y appliquer un *Vernier* ou *Nonius* pour discerner les minutes.

M. *Kotelnikow* (*v*) se sert d'une méthode plus simple : il fait faire un cône de cuivre ou d'argent, selon les dimensions dont il a donné les calculs. On applique au haut une lame, par laquelle passe l'Aiguille, qu'on affermit au moyen d'une vis, dans la situation qu'on desire.

Je n'examinerai pas chacune de ces suspensions en détail. J'observerai seulement que les Physiciens, qui les ont proposées, n'ont pas fait attention à l'importance dont il est de faire coïncider le centre de mouvement avec le centre magnétique, ou du moins avec l'axe, & qu'ainsi il n'est pas étonnant que leurs suspensions soient imparfaites à cet égard. Je vais corriger ce défaut dans la suspension de M. *Zeiher*, qui m'a paru préférable à tous égards. Je la décrirai par parties.

§. 311. J'emploie un étui semblable à celui que nous venons de décrire d'après M. *Zeiher*, avec cette seule différence qu'il est évuidé au milieu de la surface supérieure, *f*, *h*, *i*, *k*, afin qu'on puisse voir la ligne tracée sur la lame. §. 311. Première suspension de l'Auteur.

Nous avons vu, ci-dessus, en différens endroits (§§. 213, 221, 249, 251), qu'il est très-avantageux d'employer des lames étroites : il est cependant nécessaire qu'elles aient une certaine largeur, afin de mieux recevoir la vertu magnétique. J'emploie des 1.° L'étui. *Fig. 46.*

(*u*) *Novi Comm. Petrop.* Tom. IX, *p.* 284.

(*v*) *Ibid.*

lames ordinaires, mais disposées de façon que leurs côtés les plus étroits, deviennent les surfaces inférieure & supérieure. MM. *Du Hamel* & *Antheaume* disent qu'il convient de donner aux lames une demi-ligne d'épaisseur *(w)*: c'est aussi à-peu-près celle que je donne aux miennes; mais il est sûr que cette épaisseur doit être proportionnée à la longueur & à la largeur. C'est donc sur cette épaisseur qu'est tracé l'axe. La vis K sert à arrêter l'étui FJ à l'endroit qu'on desire. Il y a aussi une autre vis à un des côtés pour appliquer la lame exactement à un des côtés intérieurs de l'étui si on le desire. Pour rétablir l'équilibre horizontal, un des côtés de l'étui porte une petite tige horizontale, sur laquelle se meut une rosette à vis, qu'on approche ou qu'on éloigne de l'étui, selon qu'il est nécessaire.

§. 312. La potence.

§. 312. J'applique sur l'étui un équipage semblable à celui qui a été décrit par M. *Zeiher*, avec ces deux différences: 1.° Que les jambes AC & BD sont percées selon leur hauteur d'une rainure afin de pouvoir voir à travers de ces rainures la ligne tracée sur la lame. 2.° Que le trou de la jambe BD n'est pas circulaire, afin que cette jambe puisse se mouvoir de côté & d'autre, tandis que la jambe AC tourne sur la vis 1 comme sur son centre. Voici quel est l'usage de ces parties.

Fig. 42.

On meut l'étui FI le long de la lame jusqu'à ce que la pointe Z réponde au centre magnétique, ou que l'arc, décrit par cette pointe, lorsque la jambe BD tourne sur son centre 1, passe par le centre magnétique. On serre alors la vis E dans cette situation. On voit qu'alors la pointe, c'est-à-dire, le centre de mouvement est à la même distance des poles, que le centre magnétique: il ne s'agit donc plus que de faire coïncider cette pointe avec l'axe même.

Pour cet effet, on tourne la vis FZ, jusqu'à ce que la pointe Z touche, à-peu-près, la lame: ensuite, en desserrant la vis 2,

---

(w) Mém. de l'Académie, *1750*, p. 162.

on tourne la potence, jusqu'à ce qu'on voie, par les rainures, que la pointe Z soit dans l'axe même : on serre alors la vis 2, & on laisse la potence dans cette situation : ensuite on tourne encore la vis FZ, pour faire remonter la pointe Z à la hauteur convenable.

Il suit de-là que la pointe Z répondra exactement à l'axe tant qu'elle est déprimée, & qu'il est impossible de connoître alors la moindre erreur sensible. Elle restera à y répondre, si elle se meut toujours dans une ligne perpendiculaire à la lame, lorsqu'on tourne la vis ZF pour la faire remonter. Or cela aura lieu, 1.° Si les jambes de la potence sont exactement perpendiculaires sur l'étui. Pour obtenir cela, cette potence est une section de cilindre faite sur le tour. 2.° Si le corps de la vis est tourné exactement, de façon que la pointe Z soit l'extrémité de son axe, & si l'écrou passe perpendiculairement par la lame AB. Il faut que l'Artiste emploie tous ses soins à cela : & s'il est habile, les erreurs qu'il pourra commettre seront très-petites.

§. 313. Telle est la suspension que j'ai employée dans les deux premières Aiguilles que j'ai fait construire, & que j'ai décrites dans mon premier Mémoire. Mais comme il se trouve quelquefois des irrégularités dans les vis, quoiqu'on les ait faites avec beaucoup de soins, je desirois d'obtenir une plus grande précision encore. Cette précision je la dois à l'habile Artiste dont je me sers, qui a fait des corrections importantes à la suspension que je viens de décrire, & inventé la suspension suivante, qui me paroît très-satisfaisante, & dont je me sers dans des Aiguilles que j'ai fait construire depuis ce tems. *§. 313. Seconde suspension, préférable.*

ABCD est l'étui de la Figure 46. K est la vis qui sert à presser l'étui contre la lame. Sur la vis *l* qui passe par le trou L, comme centre, se meut la plaque *abcd*, qui porte une potente semblable à celle que nous venons de décrire. Les vis *i*, *k*, passent par deux fentes circulaires. Les surfaces ABCD, *abcd*, sont parfaitement planes & parfaitement polies, de façon que, lorsque *abcd*, appliqué à ABCD, tourne sur la vis *l*, la potence, & par consé- *Fig. 48.* *Fig. 49.*

quent la pointe Z, reſte toujours dans le même plan vertical, ſoit qu'on hauſſe, ſoit qu'on baiſſe la plaque *abcd*. Cela poſé,
Fig. 49. on baiſſe la plaque *abcd* juſqu'à ce que la pointe Z touche à-peu-près la lame. On meut l'étui juſqu'à ce que la pointe Z ſoit à la diſtance requiſe d'un des poles, & on affermit la vis E. La lame *lm*, par laquelle paſſe la vis Z eſt mobile ſur le point ou ſur la vis *m* comme ſur ſon centre, de façon qu'on la peut mouvoir de côté & d'autre, & l'affermir par la vis *n* dans la ſituation qu'on deſire. On la tourne donc juſqu'à ce que la pointe Z tombe exactement ſur l'axe, ou même dans le ſillon de cette ligne que je nomme l'axe. On affermit la vis *n* : on hauſſe la plaque *abcd* juſqu'au point qui y eſt marqué, pour qu'elle ſoit perpendiculaire à la lame. On affermit la vis *i*, & comme la plaque eſt toujours reſtée
Fig. 50. dans le même plan, il eſt clair que la pointe Z répond encore exactement au-deſſus de l'axe; cette méchanique me paroît ſimple, elle eſt exacte, & très-commode dans l'uſage.

§. 314. Examen de cette ſuſpenſion.

§. 314. Je dis que cette mécanique eſt très-exacte. Voyons, en effet, quelles ſont les erreurs qu'on peut commettre. La lame a une demi-ligne de largeur. Ainſi, la vis eſt éloignée d'un quart de ligne de chaque côté. Quand on ſe tromperoit de la moitié de ce quart, on ne ſe tromperoit que d'un huitième de ligne. Mais il eſt impoſſible que l'on ſe trompe ſeulement de la largeur de la ligne tracée ſur la ſurface : & cette largeur n'eſt pas la vingtième partie de l'épaiſſeur. Il eſt donc impoſſible qu'on ſe trompe d'une quarantième partie de ligne, ou d'une vingtième, ſi la lame a une ligne d'épaiſſeur. Je parle d'après ce que de nombreuſes Expériences m'ont appris. Je n'héſite donc pas à dire que cette ſuſpenſion ſatisfait à la condition requiſe.

§. 315. La chappe.

§. 315. La pointe Z ſe meut dans une chappe de verre ou d'agate, fixée dans la lame CD. Comme les Aiguilles dont je me ſers ne ſont pas deſtinées à l'uſage de la mer, cette chappe eſt une plaque de verre, où l'on a fait un très-petit creux; ce n'eſt preſque qu'un point. Pour l'uſage de la Marine, on pourroit y
Fig. 41. fixer un cône, ou une ſphère plus creuſe, plus profonde; & je

ſais qu'on s'eſt ſervi de pareilles ſuſpenſions en mer avec ſuccès. Il faut donc que le centre de cette chappe coïncide avec le centre du cercle ſur lequel les degrés ſont gravés. La préciſion de cette opération, ne me paroît pas différer de celle que requièrent tous les ouvrages où l'on a des régles ou des alidades mobiles ſur un centre, & qui marquent les degrés: mais pour y atteindre plus aiſément, & ne pas dépendre de vis, ou de quelqu'autre mécaniſme pareil: voici comme je m'y prends.

Je fais faire une fente en Z, par laquelle paſſe la vis qui affermit le pied ζCD ſur le fond de la boîte. On meut cette lame jusqu'à ce qu'on ait trouvé que le centre de la chappe coïncide avec le centre du cercle; on affermit alors cette vis. *Fig. 4:.*

§. 316. Cette ſuſpenſion eſt ſujette à un inconvénient: c'eſt que l'Aiguille ne peut parcourir qu'un eſpace de 120 ou de 130 degrés. On pourroit y remédier en retranchant un bras de la potence ABCD, & l'Aiguille pourroit parcourir alors 340 ou 350 degrés. Mais je ne vois, jusqu'à préſent, aucun moyen de lui faire faire le tour entier du cercle avec la même exactitude; cet inconvénient me paroît cependant aſſez petit. Car, pour des compas de variations, il n'eſt pas néceſſaire que l'Aiguille faſſe le tour du cercle: & pour des compas de route, on pourroit rendre le fond de la boîte mobile, de façon qu'on tourne ce fond quand les côtés AC, CD de la potence s'approchent trop de la tige CD. Les moyens d'exécuter cela avec préciſion ſont trop faciles, pour qu'il ſoit néceſſaire de s'y arrêter. *§. 316.* *Fig.*

Je crois donc avoir ſatisfait à la première condition.

Examen de la ſeconde condition.

§. 317. Pour qu'une ſuſpenſion ſoit parfaite, il faut, en ſecond lieu, qu'elle ne donne pas de priſe aux cauſes étrangères qui pourroient l'empêcher de revenir au méridien, quand elle en aura été détournée. Ces cauſes ſont le frottement & les oſcillations des Aiguilles. *§. 317.* *Du ſtile.*

Le frottement dépend de deux causes : du stile & de la chappe.

On sait qu'anciennement le stile étoit de cuivre. M. *De la Hire* les faisoit aussi de cette matière (*x*), & cette pratique est encore en usage sur nos vaisseaux. Il est cependant aisé de sentir qu'il en doit résulter un frottement considérable, & que le poids des lames, dont il convient de faire les Aiguilles, doit émousser promptement la pointe de ces stiles. Aussi tous les Physiciens les rejettent-ils actuellement avec raison.

M. *Knight* prend pour stile une Aiguille à coudre bien pointue, bien trempée (*y*) : il trouve ces Aiguilles suffisamment fortes pour soutenir les poids de la lame & de la rose. Il les met dans un piédestal de cuivre, dont les côtés, faits en forme de porte-crayon, sont contenus dans un anneau de cuivre qui les serre. Mais je suis bien convaincu que de cette façon on ne sauroit être assuré, à une dixième de ligne près, que cette pointe coïncide avec le centre du cercle sur lequel les degrés sont tracés. Or on verra, ci-dessus, à quelles erreurs une difference aussi petite peut exposer, §. 343.

M. *Michel* préfère des stiles d'argent ou d'or, qu'on a soin de rendre très-dur par beaucoup d'alliage (*z*). Ces métaux ne sont pas sujets à la rouille, & semblent fournir une matière très-propre, à tous égards, à faire des stiles pour soutenir des Aiguilles de Boussoles.

§. 318. Des chappes. §. 318. Il est évident que des chappes de cuivre sont très-mauvaises : il faut nécessairement se servir de matières plus dures & qui admettent un poli plus parfait : mais quelques Physiciens donnent la préférence au verre ; d'autres à l'agate.

M. *Knight* préfère l'agate : il a trouvé qu'une lame à chappe

(*x*) Mém. de l'Acad. *1716*, p. 10.

(*y*) *Phil. Transf.* n.° 490, *Vol. XLVI*, p. 512.

(*z*) Aimans artificiels, *p. 47*.

d'agate faiſoit plus de vibrations qu'une lame à chappe de verre: en conſéquence, il ſe ſert d'une chappe d'yvoire, qui porte à ſon ſommet un morceau d'agate, qu'on polit intérieurement en forme de conoïde.

MM. *Michel* & le *Monnier* donnent la préférence au verre : cette matière étant plus dure, & admettant un poli parfait, paroît très-propre à faire de bonnes chappes. En effet, ſi l'on ſe ſert de ſtiles d'or allié avec d'autres métaux, on peut faire des Aiguilles extrêmement mobiles. M. *Monnier* rapporte qu'on en a fait une de 32 pouces de longueur, du poids de 8 onces, & qui, miſe en mouvement par une force capable de lui faire faire 25 tours par minute, continua ſes vibrations pendant 70 ou 80 minutes.

§. 319. Les Aiguilles que j'ai fait conſtruire ſont auſſi très-mobiles : je me ſuis ſervi, comme je l'ai dit, d'une chappe de verre. Le ſtile eſt fait d'acier, très-dur, très-poli, & il eſt fort pointu. §. 319. Du frottement.

On ſent bien qu'une cauſe, qui peut augmenter le frottement, eſt le poids de l'Aiguille même, celui de la roſe qu'on y applique, &c. & qu'on doit proportionner la fineſſe du ſtile à ce poids. Mais il me ſemble que, dans tout ceci, il n'eſt pas néceſſaire d'aller au-delà d'un certain point. Quand la première condition eſt remplie, il me ſemble qu'une ſuſpenſion eſt parfaite, lorſque l'Aiguille revient au même point, quelque peu qu'elle ait été détournée de ſa direction. C'eſt à quoi la ſuſpenſion que j'ai propoſée & les pointes que j'emploie ſatisfont promptement. J'en ai fait l'Expérience mille fois, & je n'ai jamais trouvé une minute de différence. C'eſt même, pour le dire en paſſant, une Expérience que je fais toutes les trois ou quatre ſemaines ſur les Aiguilles qui me ſervent à obſerver la déclinaiſon, pour m'aſſurer que le ſtile n'eſt pas émouſſé, ou qu'il ne s'eſt pas attaché quelque pouſſière à la pointe, qui pourroit rallentir le mouvement.

§. 320. Quelque ſoin qu'on apporte à aiguiſer le ſtile, & à le polir, ainſi que la chappe, le frottement qui en réſulte, produit §. 320. Effets du frottement.

toujours un aſſez grand effet ſur le nombre d'oſcillations qu'une Aiguille peut faire. C'eſt ce que M. *Lous* a trouvé par nombre d'Expériences. Une Aiguille, ſuſpendue par un fil de ſoie, faiſoit, ou nue, ou chargée ſucceſſivement de différens poids, 100, 128, 145, 276, 257, 68, 233 oſcillations : mais, étant ſuſpendue, ſur une pointe très-affilée, de la même façon que je ſuſpends mes lames, elle n'en a fait que 50, 15, 13, 17, 16, 13, 16, différence aſſurément très-conſidérable; mais le tems de chaque oſcillation n'en eſt pas ſenſiblement affecté : il reſte toujours le même *(a)*.

Expériences là-deſſus.

J'ai fait moi-même un très-grand nombre d'obſervations ſur ce ſujet. Je n'en rapporterai que deux ou trois exemples.

CXC. Expér. Le 8 Mars 1774, ma lame, n.° 3, faiſoit 19 oſcillations, ayant été détournée par un arc de 30°. Chacune des dix premières oſcillations ſe faiſoit en 6·6″. Détournée par un arc de 45°, elle faiſoit 22 oſcillations, & chacune des dix premières oſcillations ſe faiſoit en 6·65″. Le 9 Mars, ayant fait affiler la pointe, l'Aiguille a fait dans le premier cas 39 oſcillations, & chacune des dix premières en 6·625″ : dans le ſecond cas elle en faiſoit 50; chacune des dix premières ſe faiſoit en 6·77″. On voit que les tems diffèrent très-peu.

CXCI. Expér. Le 28 de Décembre 1774, ma lame, n.° 4, faiſoit 30 oſcillations, ayant été détournée de 30° du méridien. Chacune des dix premières oſcillations ſe faiſoit en 6·75″ : détournée de 45°, elle faiſoit 38 oſcillations, & chacune des dix premières en 6·55″.

Le 14 de Février 1775, la pointe étant émouſſée, elle a fait dans le premier cas 14 oſcillations : & chacune des cinq premières ſe faiſoit en 6·8″. Dans le ſecond cas, elle a fait vingt-cinq oſcillations, & chacune des dix premières en 6·5″.

CXCII. Expér. Le 3 de Novembre 1775, j'ai fait oſciller la

(a) *Tentam. de Compaſſu*, p. 49.

lame

lame dont il a été parlé, §. 123, ſur une pointe aſſez obtuſe: elle a fait 18 oſcillations, & chacune des dix premières en 4·77″: je l'ai fait enſuite oſciller ſur une pointe beaucoup plus fine: elle a fait 28 oſcillations, & chacune des dix premières en 4·77″.

Ces Expériences prouvent ſuffiſamment ce dont il eſt queſtion. Pourvu donc que la mobilité ſoit au point dont j'ai parlé, §. 319, je crois qu'il eſt inutile, peut-être même nuiſible de l'augmenter.

§. 321. M. *Blondeau* a été ſi frappé des inconvéniens du frottement, qu'il a inventé une ſuſpenſion entièrement nouvelle. Au milieu de l'Aiguille, il y a un bouton très-poli de la même pièce que l'Aiguille. Ce bouton eſt ſuſpendu au bouton d'un cilindre aimanté: de ſorte qu'on en peut rendre la mobilité auſſi grande qu'on le deſire, puiſque la moindre adhérence ſuffit *(b)*. Je connoiſſois ce procédé ingénieux, avant que d'avoir vu le Mémoire de M. *Blondeau*, parce qu'un de mes amis, qui a eu les mêmes idées, m'a montré, au mois de Juillet 1773, des Aiguilles ſuſpendues de cette façon. Cet ami avoit remarqué, tout comme M. *Blondeau (c)*, que ces Aiguilles n'indiquoient pas toujours la même déclinaiſon que les Aiguilles ordinaires *(d)*. Au reſte, je doute très-fort, 1.° Qu'on puiſſe s'aſſurer de cette façon que le centre de mouvement coïncide avec le centre magnétique. 2.° Que le centre de mouvement reſte toujours à la même place. 3.° Que l'adhérence au ſuſpenſeur reſte invariable *(§. 269)*. Je ſuis bien ſûr que le ſuſpenſeur influe ſur la direction de l'Aiguille: on doit, ce me ſemble, le comparer à des lames immobiles, miſes ſur les glaces de Bouſſole, & qui changent la direction des Aiguilles: matière ſur laquelle M. *Blondeau* a fait des Expérieces très-intéreſſantes & variées avec beaucoup

§. 321. Suſpenſion de M. *Blondeau.*

(b) Mém. de l'Académie de Marine, *Tome I*, p. 423.

(c) Journal hiſtorique de M. de la Condamine, *p. 144.*

(d) *Loco cit.* p. 436.

de ſagacité. 5.° Enfin il eſt évident qu'une pareille ſuſpenſion ne ſauroit être d'uſage en mer; raiſons qui me portent à ne pas l'adopter.

§. 322. Inconvénient du trop de mobilité.

§. 322. J'ai dit (§§. 319, 320), que je ſerois tenté de ne pouſſer la mobilité des Aiguilles que juſqu'à un certain point. Et, en effet, plus une Aiguille eſt mobile, plus elle fait d'oſcillations, avant que de s'arrêter dans le méridien, ce qui peut être un inconvénient à bien des égards. Cependant MM. *Du Hamel* & *Antheaume* ont trouvé un moyen très-ſimple de détruire cet inconvénient (*e*), ſans rien ôter à l'Aiguille de ſa véritable mobilité. Il faut coller ſous la roſe de petites aîles de papier, qui, ſans la charger, éprouvent dans l'air une réſiſtance qui diminue beaucoup les oſcillations.

Indépendamment des oſcillations horizontales, l'Aiguille eſt ſujette à des oſcillations verticales, & celles-ci pourroient cauſer des erreurs dans l'obſervation des variations en mer. On ne peut les détruire qu'en faiſant coïncider le centre de ſuſpenſion avec le centre de gravité. On pourroit donc, en ſe ſervant d'une pointe aſſez forte, ajuſter, au-deſſus de la potence de notre ſuſpenſion, un poids qu'on pût hauſſer & baiſſer, & aſſez conſidérable pour produire cet effet. C'eſt ce que j'ai vu exécuté dans une ſuſpenſion qui reſſembloit beaucoup à la mienne.

(*e*) Mém. de l'Acad. *1750*, p. *165*.

CHAPITRE XVII.

De la meilleure manière de s'assurer que les Aiguilles sont dans le vrai méridien magnétique.

§. 323. NOUS AVONS DIT, au commencement de cet ouvrage, §. 2, que nous entendons par *méridien magnétique* la direction dans laquelle doit s'arrêter une ligne droite parfaitement libre, en vertu de cette force générale qui dirige les Aiguilles aimantées. C'est, ce me semble, la définition la plus simple & la plus vraie du méridien magnétique. Car il est évident qu'une pareille Aiguille doit nécessairement se disposer dans la situation où les forces qui la dirigent sont en équilibre, & se détruisent. Dans la supposition que la terre soit un grand aimant, qui n'ait que deux poles, le méridien magnétique d'un lieu quelconque est la tangente du cercle, qui passe par les deux poles magnétiques, & par le lieu proposé.

§. 323. Sens de la question.

Une Aiguille parfaite est donc celle qui se meut précisément comme se meuvroit la ligne droite, ou l'*Aiguille linéaire* que nous venons de supposer, & qui, par conséquent, se dirigeroit exactement dans le méridien magnétique, (§§. 2, 3), & réciproquement toute Aiguille qui se dirige en *tout tems* exactement dans le méridien magnétique, est une Aiguille parfaite.

Il me semble qu'il en résulte, que la question proposée par l'ACADÉMIE, *quels sont les meilleurs moyens de s'assurer que les Aiguilles aimantées s'arrêtent dans le méridien magnétique*, revient à celle-ci, *quels sont les meilleurs moyens de s'assurer qu'une Aiguille est parfaite*, ou bien, de s'assurer des conditions dont nous avons parlé ci-dessus: car j'ose me flatter que j'ai prouvé que ces conditions sont celles qui rendent une Aiguille parfaite.

Comme j'ai déjà fait voir dans la discussion de chacune de ces questions, comment on peut s'assurer, plus ou moins, de les avoir remplies, je n'aurai, pour satisfaire à la question qui fait l'objet de ce Chapitre, qu'à faire un court résumé de ces conditions, en y ajoutant un très-petit nombre de réflexions.

§. 324. Conditions requises.

§. 324. Les conditions requises pour la perfection des Aiguilles se réduisent à ces trois chefs généraux : la *figure*, la *façon d'imprégner* & la *suspension*.

Nous avons déjà fait voir, §. 201, *seq.* que la figure de lame, droite, unie, est la meilleure, parce qu'elle est la plus facile à exécuter, & qu'elle donne le moins de prise aux causes quelconques qui peuvent altérer sa direction. Cette figure sera parfaite, si les côtés sont exactement parallèles, & si les parties, situées des deux côtés de la ligne qu'on a pris pour l'axe, sont égales : des moyens purement mécaniques suffisent pour s'assurer de ces différens objets, avec une précision très-suffisante.

La perfection de l'*imprégnation* consiste dans ces trois articles. 1.° A faire que les poles soient ou parfaitement, ou à-peu-près égaux : 2.° A faire que les parties homologues acquièrent des forces égales : 3.° A bien déterminer le lieu du centre magnétique. Nous avons traité au long de tous ces objets dans le Chapitre XV.

Enfin la perfection de la suspension consiste, 1.° A faire coïncider le centre de mouvement avec l'axe, ou avec le centre magnétique. 2.° A diminuer le frottement autant qu'il est possible; nous avons fait voir, dans le Chapitre précédent, comment on peut s'assurer d'avoir rempli ces deux conditions.

§. 325. Comment on peut déterminer le méridien.

§. 325. Si l'on avoit déjà une Aiguille *parfaite*, qui pût servir à connoître le vrai méridien magnétique, il n'y auroit rien de si aisé que d'examiner si une Aiguille qu'on a construite est parfaite ou non. Mais, comme c'est cette première Aiguille qu'il s'agit de construire, il est important de trouver une méthode par laquelle on puisse déterminer exactement ce méridien au moyen d'une

l'Aiguille imparfaite. C'eſt cette méthode & la manière de l'appliquer, que nous allons détailler.

Comme on eſt toujours maître d'employer une Aiguille droite, une chappe d'agate, & un ſtile d'acier, nous ſuppoſerons qu'on emploie réellement une pareille Aiguille, & nous n'aurons égard au frottement: car, nous avons vu, §. 319, & §. 320, comment on peut s'aſſurer qu'il n'eſt pas nuiſible.

Pour trouver le vrai méridien, au moyen d'une pareille Aiguille, il n'y a qu'à faire des Expériences ſemblables à celles que nous avons faites dans les Chapitres VI & VII.

Qu'on applique donc ſur la latte l'Aiguille *b* à la diſtance C*c*, à l'E, & qu'on meſure les angles BC*b*, AC*a*. Qu'on applique enſuite la même Aiguille, à la même diſtance, & ſous le même angle à l'O. *fig.* 20 : & qu'on meſure BC*b*, AC*a* : il eſt clair que les angles B*cb*, B*cb'* ſeront égaux, ainſi que AC*a*, AC*a'*, & cela quelle que puiſſe être la déviation de l'Aiguille. Si, dans le premier cas, elle dévie de 20′ E, elle déviera dans le ſecond cas de 20′ à l'O. & la diſtance de *b* ou *b'* au méridien ſera la même. En prenant donc la moitié de la ſomme de ces angles, on aura le vrai méridien. Par exemple, en prenant le point B à volonté: je ſuppoſe qu'on ait . . . . *Fig.*

BC*b* = 12° 10′ E.
BC*b'* = 6° 12′ O.
18° 22′
9° 11′

Donc le vrai méridien tombe à 9° 11′, ou à 2° 59′ à l'O. du point B. On a vu, dans les chap. VI & VII, juſqu'où il eſt poſſible de porter l'exactitude, & comment on peut s'aſſurer que les angles BC*b*, BC*b'* ont été bien meſurés, de quel côté eſt l'erreur. Or on peut avoir ici un grand nombre de vérifications.

1.° Il faut que B & A ſoient diſtans de 18°, par exemple, ſi l'on avoit . . . . AC*a* = 15° 16′
le point A tomberoit à 2° 59′ du vrai méridien : or le point B tombe, par l'opération précédente, à 2° 56′ du vrai méridien ; donc il y a, quelque part, une erreur de 3′.

AC*a'* = 9° 24′
24° 40′
12° 20′

2.° Comme on connoît la longueur de l'Aiguille, & sa distance au centre de mouvement, on peut trouver, par calcul, les angles Cbc, Cac: or il faut que $\pm BCb \mp Cbc$ (*Fig.* 18) = $\pm BCb' \mp Cb'c$ (*Fig.* 20) = $\pm ACa \mp Cac$ (*Fig.* 18) = ... $\pm ACa' \mp Ca'c$ (*Fig.* 20).

2.° On peut répéter ces observations à diverses distances, soit en plaçant l'Aiguille perpendiculairement, soit en la posant obliquement. En prenant un milieu entre ces résultats, on aura le vrai méridien avec exactitude. Je me suis servi de cette méthode avec succès.

§. 326. *Vérification d'une Aiguille.*

§. 326. Dès que l'on a déterminé le méridien de cette façon, on peut mettre l'Aiguille, qu'on se propose d'examiner, dans la même boîte, en y ajoutant auparavant la lame ZCD, *fig.* 41, de la façon prescrite §. 318, & examiner si cette Aiguille indique le vrai méridien ou non: si cela n'a pas lieu, on connoîtra à combien se monte la différence: mais cela ne suffit pas: il faut savoir de plus si c'est l'Aiguille elle-même qui *dévie* de la direction du vrai méridien. Ceci mérite de nous arrêter.

§. 327. *Premier examen.*

§. 327. Si l'Aiguille, ou la lame qu'on examine, n'indique pas le vrai méridien, c'est-à-dire, si le point qui marque les degrés ne coïncide pas avec le méridien qui passe par le centre de mouvement, cela peut dépendre de deux causes. 1.° De ce que le point qui marque les degrés n'est pas dans l'axe: 2.° De ce que l'Aiguille elle-même dévie du vrai méridien.

Il est aisé de déterminer si la première cause a lieu: car si l'Aiguille est bien faite, il faut que l'axe ba passe par son milieu, & que *Fig.* 39. $b\beta\alpha a$ & $Bb\alpha A$ soient égaux. On peut donc savoir, en mesurant les arcs $B\beta$, & Bb, αA & Aa, si les points b & a sont réellement dans l'axe ou non: en procédant avec les précautions convenables, on ne peut guères se tromper dans cet examen. Je parle d'après ce que de nombreuses Expériences m'ont appris.

La première cause pourroit encore avoir lieu d'une autre façon; si le centre de la chappe ne coïncide pas avec le centre

du cercle sur lequel les degrés sont tracés : mais nous en avons parlé assez au long dans le §. 315.

§. 328. On n'aura pas beaucoup de difficulté à connoître si l'Aiguille dévie du vrai méridien, quand même on n'auroit pas tracé le méridien par les méthodes indiquées dans les §§. précédens. Car supposons que *bca* soit l'Aiguille en question qui dévie du méridien : on connoît le point *b* que l'Aiguille indique : si l'on retourne l'Aiguille (qui reste appliquée à la latte, si elle tombe entièrement hors du centre de mouvement) sans-dessus-dessous, alors partie *ba* de l'Aiguille qui étoit à l'E. par exemple, du centre de mouvement, sera actuellement à l'O. car, comme l'Aiguille n'est pas linéaire, toutes ses tranches, (dont nous n'en avons représenté qu'une en *ba*) ne sauroient passer par le centre de mouvement : cette partie *ba*, dis-je, sera donc à l'O. en *b' a'*, Fig. 20, & indiquera le point *b'*. Mais les angles *b*CB & BC*b'*, doivent être égaux. Donc si l'axe de l'Aiguille indique, après le retournement, un point β différent du point B (Fig. 18.) il s'ensuivra, 1.° Que l'Aiguille dévie du méridien, BA : car je suppose que la première cause n'ait pas lieu, ou, si elle a lieu, qu'on ait déterminé l'erreur qui en doit résulter, & qu'on y ait égard dans cette opération. Sans cela on auroit un effet composé. Supposons, par exemple, que par la première cause le point *b*, au lieu d'indiquer le vrai méridien, indique 3' à l'E : il est clair, que par le retournement le point *b'* sera aussi distant du méridien, de 3' à l'O. si la première cause a lieu de la première façon, & de 3' à l'E. si la première cause a lieu de la seconde façon, (§. 327.) Supposons que le premier cas ait lieu ; alors si le point *b'* diffère de 6' du point *b*, il n'y a point de déviation : mais si elle en diffère plus ou moins, il y en aura. Il s'ensuivra, 2.° Que la moitié de l'arc *b'b* indiquera la situation du méridien magnétique.

§. 328. Second examen. *Fig. 18, 20.* *Fig. 20.*

On peut donc connoître par ce retournement, 1.° si l'Aiguille dévie du méridien : 2.° Quel est ce méridien. Ainsi, une Aiguille imparfaite peut servir à connoître le véritable méridien magnétique par ce moyen : ce qui est sûrement un avantage.

§. 329. Expériences

§. 329. Pour faire voir quelle exactitude on peut attendre des deux opérations que je viens de décrire, §§. 325, 328, pour déterminer le méridien, je rapporterai les Expériences suivantes, qui ont été faites le 15 Février 1776.

CXCIII. Expér. J'ai mis la lame, n.° 7, dans l'étui de suspension, décrit §. 312; j'ai eu, ...

Pour le Pole N.		Pour le Pole S.	
Côté E. ...	$20'$ O.	Côté O. ...	$28'$ E.
Côté O. ...	$1^\circ\ 18'$ O.	Côté E. ...	$1^\circ\ 12'$ E.
Differ. ..	$58'$	Differ. ..	$44'$
Milieu, .	$49'$ O.	Milieu, .	$50'$ E.

Par Expérience, l'axe tomboit à $48'$ O. pour le pole N. & à $47'$ E. pour le pole S. en prenant donc un vrai milieu, le méridien magnétique tomboit à $48\frac{1}{2}'$ du point *o* de ma boîte.

CXCIV. Expér. Immédiatement après avoir fait l'Expérience du §. 218, avec ma lame, n.° 5, dans laquelle l'axe étoit distant du point *o*, de .... $12'$ E.

J'ai retourné la lame sans-dessus-dessous, dans son étui, & j'ai eu ....

Pour le Pole N. côté E. de la lame, 0
Côté O. .... $3^\circ\ 50'$ O.
D'où l'axe, à .... $1^\circ\ 55'$, à l'O. .... $115'$ O.
Somme, ... $127'$
Milieu, ... $63\frac{1}{2}'$

Donc le vrai méridien tombe à $115' - 63\frac{1}{2}$, ou à $51\frac{1}{2}'$ O. ce qui différeroit de $3\frac{1}{2}'$ de la détermination précédente; sur quoi il est à remarquer qu'il y a, sur l'angle ($3^\circ\ 50'$) une incertitude de $4'$ en excès. Si cette erreur avoit lieu, le méridien tomberoit à $49\frac{1}{2}'$ O. en prenant donc un milieu, on n'a pas une erreur de $1\frac{1}{2}'$.

§. 330. Du retournement.

§. 330. Ce retournement de l'Aiguille s'opère très-facilement par la suspension que j'ai proposée, §. 312, puisqu'on peut ôter l'Aiguille

l'Aiguille de son étui. Il faut seulement, 1.° Que l'Aiguille soit très-polie, & que l'intérieur de l'étui le soit aussi. 2.° Que l'Aiguille n'ait pas trop de jeu dans l'étui, afin qu'on puisse être sûr qu'après le retournement la partie *βα* occupe exactement la place de *ba*. Pour cet effet, je me sers de la vis *k*, Fig. 47, pour presser la lame contre un des côtés. Il faut enfin avoir soin d'introduire l'Aiguille dans l'étui précisément au même point de la longueur auquel elle y étoit auparavant. Pour cela, quand l'Aiguille est ajustée dans l'étui, je mesure la distance qu'il y a de l'extrémité AD, par exemple, de l'étui au pole N: j'en tiens note; &, dans le retournement, je place le côté AD à la même distance. *Fig. 39.*

Cette idée de déterminer la direction magnétique par le retournement de l'Aiguille, n'est pas nouvelle. M. *Zeiher* l'a déjà proposée en 1757 (*f*). Voici ce qu'en dit *Æpinus*: « Quelques » Physiciens ont proposé de construire l'Aiguille, de façon qu'on » pût la retourner à volonté sans-dessus-dessous. On se promet » de pouvoir examiner, par le retournement de l'Aiguille, si elle » s'arrête dans le méridien, & de pouvoir déterminer au cas que » cela n'ait pas lieu, les erreurs qui en résultent, pour la décli» naison de l'Aiguille. » En conséquence M. *Æpinus* (*g*) a proposé d'ajuster la chappe à vis pour pouvoir l'ôter, & la remettre après le retournement. La figure seule suffit pour l'explication de cette méthode, & les réflexions que nous avons faites ci-dessus, suffisent pour faire voir quel degré de précision on en peut attendre. *Fig. 47.*

§. 331. Si l'on trouve, par l'opération du retournement, que l'Aiguille dévie du méridien, cela peut venir de deux causes. 1.° De ce que le centre de mouvement ne coïncide pas avec le *§. 331. Dernier examen.*

(*f*) Dans son Discours de *Novis quibusdam inventis Physico-Mechanicis*, prononcé le 6 Septembre 1767, à l'Assemblée publique de l'Académie de Pétersbourg. Je n'ai pu me procurer cette Dissertation, & par conséquent j'ignore sur quels fondemens M. *Zeiher* a appuyé son sentiment: mais on voit que ce retournement est une suite nécessaire de nos démonstrations.

(*g*) Dissertation sur les Aiguilles de Boussole, citée §. 23, note (*u**).

centre magnétique. Or on a vu ci-dessus (Chap. 6 & 7), que l'Aiguille doit dévier en ce cas, si les poles sont inégaux, mais qu'elle ne déviera pas s'ils sont égaux. Il est donc non-seulement nécessaire de retourner l'Aiguille, mais encore quand on l'a examinée, après le retournement, de voir si le centre de mouvement tombe encore dans l'axe. Si cela n'est pas, il faut l'y mettre, & examiner la direction de nouveau. 2.° Si l'Aiguille dévie encore alors, que les poles soient égaux ou inégaux n'importe ; en ce cas la déviation sera causée par la seconde cause, par la force inégale des parties homologues. Cette opération du retournement est donc très-bonne pour ce cas-là (§. 306). Je conseillerois en ce cas d'aimanter l'Aiguille de nouveau, en la frottant sur-tout du côté qu'on a remarqué être le plus foible. Si la déviation n'avoit pas lieu, on peut être assuré, ou que les forces des parties homologues sont parfaitement égales, ou qu'elles sont trop peu différentes pour produire quelqu'effet sensible : & si cela est, se trompera-t-on en disant qu'une pareille Aiguille est bonne ?

§. 332. Conclusion.

§. 332. Les réflexions que je viens de faire sur la manière de s'assurer que les Aiguilles aimantées sont dans la direction du méridien magnétique, d'examiner si les Aiguilles sont parfaites, & de déterminer la direction du méridien, même au moyen d'Aiguilles imparfaites, me paroissent suffire pour répondre à la troisième Partie de la Question proposée par l'ACADEMIE.

CHAPITRE XVIII.

Préceptes sur la fabrique des Aiguilles.

§. 333. Si je voulois donner ici un corps de préceptes sur la fabrique des Aiguilles, je me verrois obligé de transcrire plusieurs des Articles précédens, ce qui m'entraîneroit dans des redites inutiles. Je me contenterai donc d'énoncer les différentes parties de l'opération, en citant les Articles où j'en ai traité au long. §. 333. Préceptes généraux.

1.° Choix de l'acier, §. 285.

2.° Trempe de l'acier, §§. 286, 287. Il faut tremper dur.

3.° Dimensions qu'il faut donner à l'Aiguille. La longueur & l'épaisseur sont assez arbitraires : mais il faut que celle-ci soit proportionnée à celle-là. Il y a beaucoup d'avantage à faire des lames étroites. §§. 213, 221, 249, 251. Une demi-ligne d'épaisseur suffit pour des Aiguilles de 7 à 8 pouces.

4.° Il faut donner à l'Aiguille les dimensions requises avec la plus grande exactitude. §. 202, *seq.* 287.

5.° Préparations pour aimanter l'Aiguille. Il ne seroit pas inutile de se servir d'une lame d'épreuve, qui eût à-peu-près les mêmes dimensions que celle qu'on a dessein d'employer, soit pour voir après combien de frottemens cette lame parvient à son *maximum* de force, soit pour examiner l'influence que la chaleur y peut avoir, §. 284.

6.° Barreaux dont il faut se servir pour aimanter, §. 293, 294.

7.° Manière d'aimanter, §. 294, *seq.*

8.°. Examen après l'imprégnation, §. 298, *seq.*

9.° Déterminer la situation du centre magnétique, §. 301, 302, *seq.*

10.° Suspension de l'Aiguille : elle a été décrite au long, §. 311, *seq.*

11.° Manière de s'assurer, par le retournement, que l'Aiguille indique le vrai méridien. §. 328.

§. 334. Examen d'Aiguilles, faites selon ces préceptes.

§. 334. J'aurois cru manquer à un point essentiel pour satisfaire aux vues de l'Académie, si je n'avois mis en pratique les préceptes que j'ai établis, & dont j'ai tâché de démontrer la nécessité. J'ai donc fait faire cinq Aiguilles, sur lesquelles j'ai fait toutes les Expériences possibles, pour m'assurer de leur construction. Quoique j'aie déjà indiqué les dimensions de ces Aiguilles dans différens Articles de cet Ouvrage, je crois devoir les rassembler encore ici sous un autre point de vue.

Première Aiguille ; N.° 1.

§. 335. Expériences sur le n.° 1, §. 203.

§. 335. Je me suis servi, pour aimanter cette Aiguille, d'une lame d'épreuve, comme je l'ai dit §. 284, & j'ai vu que ses forces n'augmentoient pas, après l'avoir aimantée à la méthode du Docteur *Michel*, 25 fois. A la distance de 7 p. 6 · 3 l. cette lame détourna une Aiguille de 13°. Les poles étoient égaux.

CXCV. Expér. J'entourai ensuite cette lame d'eau chaude ; je la mis à une autre distance, & je trouvai que cette lame détournoit l'Aiguille de ....

28°	Lorsqu'elle étoit entourée d'eau, selon l'échelle de *Fahrenheit*, à	60°.
24	....	124
24½	....	110
25	....	96
25	....	80
25½	....	77

Après le refroidissement total, je trouvai que la lame, remise à sa première distance, détournoit encore l'Aiguille de 13°. Ces Expériences confirment celles de M. *Canton* (§. 281). Je dirai pourtant que j'ai essayé d'autres lames, qui n'ont guères subi de changement.

Les dimensions de l'Aiguille sont; ....

Longueur, ... 6 p. 10½ l.
Largeur, ... 3 l.
Épaisseur, ... 0·55 l.

Longueur de l'étui, pour la suspension, ... 11·8 l. §. 311.
Hauteur de la potence, ... 3·6 l.
Longueur de la vis, ... 7·5 l.

Poids de l'Aiguille, ...	188 gr.
Poids de l'équipage, pour la suspension, ..	118 gr.
Poids du curseur, ...	3 gr.
	309 gr.

CXCVI. Expér. Le 18 Mai 1774, je trouvai; ....

Dist. 7 p. 6·3 l. force du pole N = *tang* 9° 15′ = 164, S = *tang* 10° 37′ = 187; = 1 : 1.14

Dist. 5 p. 10·8 l. .... N = *tang* 15° 7′ = 270, S = *tang* 16° 30′ = 296; = 1 : 1.096

1 : 1.118

CXCVII. Expér. J'ai trouvé le centre magnétique, ...

Par expérience, à ...... 3 p. 3 · 8 l. du S.
Par calcul, ... 3 p. 3·78 l.
Milieu, ... 3 p. 3·79 l.

J'ai ensuite ajusté la lame dans l'étui. J'ai fait coïncider le centre magnétique avec le centre de mouvement. J'ai trouvé que l'Aiguille indiquoit, après le retournement, le même point qu'auparavant : & qu'elle y revenoit toujours, après avoir été mise en mouvement.

CXCVIII. Expér. Cette Aiguille étant suspendue, mais de façon que le centre de mouvement étoit à 1·46 l. du centre magnétique, dans la partie australe, a fait, étant détournée par un arc ....

De 60°;	De 30°.
Chacune des 20 prem. osc. en 7.7″	Chacune des 20 prem. oscill. en 7.5″
En tout, ... 36 oscill.	En tout, ... 23 oscill.

Cette lame n'a servi à aucune Boussole.

Seconde Aiguille; N.° 2.

§. 336. §. 336. Longueur de l'étui, fait selon le §. 311, . . 1 p. 2 l.
Hauteur de la vis, ... 4 · 8 l.

Poids de l'étui, & de la potence, ...	113 gr.	Longueur de la lame,	9 p. 7 · 9 l.
Du nonius, appliqué au pole N	76 $\frac{1}{2}$ gr.	Largeur, ...	2 · 4 l.
Du contrepoids, . . .	79 $\frac{1}{2}$ gr.	Épaisseur, ...	0 · 4 l.
		Poids, ...	209 g.
	269 gr.		269 g.
		Total.	478 g.

En aimantant cette lame, je n'ai rien observé qui mérite d'être rapporté.

CC. Expér. Les forces des poles étoient, le 8 Août 1774;

Dist. 7 p. 5 . 7 l. force du pole N = *tang* 16 $\frac{1}{4}$° = 301 } = 1 : 1.017
S = *tang* 16 $\frac{1}{2}$° = 296

Dist. 4 p. 6 $\frac{1}{4}$ l. . . . . N = *tang* 51° = 1235 } = 1 : 1.036
S = *tang* 50° = 1192

1 : 1.026

CCI. Expér. J'ai trouvé le centre magnétique, ...

Par un milieu de quatre expériences, à . . 4 p. 9 · 628 l. N.
Par calcul, ... 4 p. 9 · 570 l.
Milieu, ... 4 p. 9 · 557 l.
Différence du milieu de la lame, ... 0 · 353 l.

CCII. Expér. J'ai suspendu la lame par le centre magnétique, qui tomboit à-peu-près au centre de figure : & l'Aiguille, ayant été détournée de 60° du méridien, a fait en tout 64 oscillations, & chacune des 20 premières en 8 · 2″. Elle revenoit exactement au même point. Je l'ai aussi examinée par le retournement : elle indiquoit exactement le même point.

CCIII. Expér. L'Aiguille étoit nue alors, & par conséquent

du poids de $325 \frac{1}{2}$ gr. J'y ai ensuite appliqué un *nonius* & un contrepoids, ce qui la rendoit du poids de 478 gr. Elle a fait alors, sous le même angle, 36 oscillations, & chacune des 20 premières en $15 \cdot 2''$.

Cette Aiguille a été faite pour une Boussole qu'un de mes amis a emportée aux Indes.

Troisième Aiguille; N.° 3.

§. 337. La suspension de cette Aiguille a été faite selon la description donnée §. 313. On va voir de combien l'étui, le nonius, & le contrepoids sont plus légers que ceux de l'Aiguille précédente. §. 337.

Longueur de l'étui, ... 9 · 5 l.
Hauteur de l'étui, & de la potence, ensemble, 7 l.

		Longueur de l'Aiguille,	9 p. 8 · 10 l.
Poids de l'étui,	$89 \frac{1}{2}$ gr.	Largeur, ...	2 · 45 l.
Du nonius, . .	16 gr.	Épaisseur, ...	0 · 40 l.
Du contrep. . .	$20 \frac{1}{2}$ gr.	Poids, ...	193 g.
	126 gr.	. . . .	126 g.
		Total.	319 g.

Le contrepoids de cuivre, à 5 · 4 l. de longueur; son extré-

(h) Ces nonius indiquent les minutes, & sont par conséquent des arcs de 61°. L'excellent Ouvrier dont je me sers, a inventé une méthode très-simple pour les placer sur les lames, sans percer celles-ci d'aucun trou, & pour les placer très-exactement: je ne la décrirai pas ici, parce que l'Académie ne demande que ce qui concerne les Aiguilles: je suis, en cela, l'exemple de M. *D. Bernoulli*, qui a omis, par la même raison, dans sa Pièce sur les Aiguilles d'inclinaison, les moyens propres à faire marquer les degrés à ces Aiguilles. Le P. *Cotte* dit, dans son *Traité de Météorologie*, p. 603, que les Anglois prétendent, que les variations des Aiguilles, en forme de parallélogrammes, sont plus sensibles, à cause qu'on peut graver, à leurs extrémités, une division de *nonius*: or on auroit pu croire qu'un *nonius* ne pourroit s'appliquer sur mes lames étroites avec la même exactitude; mais l'expérience m'a prouvé le contraire.

mité auſtrale eſt diſtante du pole auſtral, de $11\frac{1}{2}$ l. ainſi, ſon centre de grandeur en eſt diſtant de 14·2 l.

CCIV. Expér. Le 21 d'Avril 1775, cette Aiguille étant entièrement montée, j'ai trouvé les forces; ....

	Diſt. 9 p.	force du pole N = *tang* 12° 45′ = 226 S = *tang* 12° 30′ = 222	= 1:1. 02
CCV. Exp.	7 p. 5·7 l.	N = *tang* 21° 30′ = 394 S = *tang* 21° 30′ = 394	= 1:1
CCVI. Exp.	5 p. 10 l.	N = *tang* 42° = 900 S = *tang* 40° 30′ = 854	= 1:1.088
			1:1.025

CCVII. Expér. Je ne pus meſurer la diſtance du centre magnétique le même jour: par calcul, il étoit à 4 p. 9·69 l. du pole N. Le 12 d'Avril, la proportion des forces étoit, par une expérience, comme 1:1·035; par une autre, comme 1:1·082: donc, par un milieu, comme 1:1·058. Je trouvai, ce jour-là, la diſtance du centre magnétique au pole N. ....

Par expérience, ... 4 p. 9·8 l.
Par une autre, ... 4 p. 9·4 l.
Milieu, ... 4 p. 9·6 l.

Par calcul, faiſant $n = 1·088$, je trouvai 4 p. 9·22 l.

J'ai placé le centre de ſuſpenſion à 4 p. 9·6 l. du pole N, il tomboit exactement dans l'axe. Après le retournement, l'Aiguille a indiqué le même point qu'auparavant, & elle revenoit toujours à ce point, après avoir été miſe en mouvement.

CCVIII. Expér. Le même jour, j'ai fait oſciller cette lame, chargée du *nonius*, &c. elle a fait, avant que l'arc fût réduit à $1\frac{1}{2}°$; &, étant détournée par un arc de ....

60°,	45°,
45 oſcillations,	40 oſcillations,
Et les 20 premières en 7.75″ chacune.	Et les 20 premières en 7.75″ chacune.

30°,
30 oſcillations, & les 20 premières chacune en 7.25″.

CCIX. Expér.

CCIX. Expér. Je n'ai pu faire osciller l'Aiguille nue ce jour-là; mais, le 9 de Mars, les forces étant à 5 p. 10 l. de 900 & 932; à 7 p. 3·7 l. de 430, & la proportion étant, par un milieu, de 1·018, l'Aiguille a fait, étant nue, & détournée par un arc de

45°,	30°,
Chacune des 20 prem. osc. en 6.65″.	Chacune des 20 prem. osc. en 6.6″.

Ce même jour, l'Aiguille étant chargée de 21 gr. au Nord, & de 30 gr. à 1 p. 5 $\frac{1}{2}$ l. du Sud, a fait, chacune des 20 premières oscillations, sous les mêmes angles, en 8·2″ & 8·25″.

Cette Aiguille sert, depuis le mois de Juin 1775, à faire, à Leiden & à la Haie, des observations horaires sur la Déclinaison. J'en rendrai compte dans la seconde Partie.

Quatrième Aiguille; N.° 4.

§. 338. Longueur de l'étui, ... 8·35 l. §. 338.
Hauteur de l'étui, & de la potence, ... 6·30 l.

		Longueur de la lame,	9 p. 8·10 l.
Poids de l'étui,	79 $\frac{1}{2}$ gr.	Épaisseur, ...	2·50 l.
Du *nonius*, ..	20 $\frac{1}{2}$ gr.	Largeur, ...	0·45 l.
Du contrep. ..	24 $\frac{1}{2}$ gr.	Poids, ...	223 $\frac{1}{2}$ g.
	124 $\frac{1}{2}$ gr.	....	124 $\frac{1}{2}$ g.
			348 g.

Le contrepoids est à 1 $\frac{1}{4}$ l. du pole austral.

Cette Aiguille a été examinée, par l'opération du retournement, à laquelle elle a satisfait: elle revient toujours au même point.

CCX. Expér. Le premier d'Avril 1775, les forces étoient;

$$\text{Dist. } 7\text{ p. } 5.7\text{ l. force du pole } \left.\begin{array}{l} N = tang\ 26\tfrac{1}{2}^\circ = 499 \\ S = tang\ 29\tfrac{1}{2}^\circ = 560 \end{array}\right\} = 1 : 1.134$$

$$9\text{ p. } 6.7\text{ l. } \ldots\ldots \left.\begin{array}{l} N = tang\ 15\tfrac{1}{2}^\circ = 273 \\ S = tang\ 16^\circ = 287 \end{array}\right\} = 1 : 1.05$$

$$1 : 1.092$$

D'où l'on trouve, par calcul, le centre magnétique à 4 p. 9 l. du pole Sud.

Le centre de mouvement avoit été placé, quelques jours auparavant, le 13 de Mars, à 4 p. 9·75 l. ce jour-là la situation du centre magnétique étoit fort différente.

CCXI. Expér. Ce même jour, premier Avril, l'Aiguille a fait, jusqu'à ce que l'arc fût réduit à 30′; &, ayant été détournée, par un arc de ....

60°,	45°,
38 oscillations,	30 oscillations,
Et chacune des 20 premières en 8.4″.	Et chacune des 20 premières en 8.2″.

30°,
30 oscillations, & chacune des 20 premières en 8.1″.

CCXII. Expér. Je ne pus faire osciller ce jour-là l'Aiguille toute nue; mais, le 11 de Mars, les forces étoient à 7 p. 8·7 l. de 456 & 499; & la proportion, par un milieu de deux expériences, étoit comme 1 à 1·11 : l'Aiguille a fait, jusqu'au repos, par un arc de ....

30°,	45°,
40 oscillations,	60 oscillations,
Et chacune des 20 premières en 6.6″	Et chacune des 20 premières en 6.7″.

CCXIII. Expér. Chargée au N. de 20½ gr. & au Sud de 30 gr. à 9·4 l. du pole, l'Aiguille a fait, par un arc de ....

30°,	45°,
25 oscillations,	45 oscillations,
Et chacune des 20 premières en 8.3″.	Et chacune des 20 premières en 8.4″.

Cette Boussole me sert, depuis le premier d'Avril 1775, à des observations sur la variation diurne.

Cinquième Aiguille, marquée N.° *6.*

§. 339. §. 339. Hauteur de l'étui, ... 7·3 l.
Longueur, ... 8·6 l.

		Longueur de la lame,	9 p. 7·9 l.
Poids de l'étui,	127 gr.	Largeur, ...	3·2 l.
Du *nonius*, ...	21 gr.	Épaisseur, ...	0·6 l.
Du contrep. ...	23 gr.	Poids, ...	171 gr.
	171 gr.	....	329 gr.
		Total.........	500 gr.

CCXIV. Expér. Le 2 de Novembre 1775, les forces étoient, ...

Dist. 7 p. 5.7 l. force du pole N = *tang* 36° = 726, S = *tang* 33 ½° = 661 } = 1.098 à 1

9 p. .... N = *tang* 19° = 344, S = *tang* 18° = 325 } = 1.063 à 1

1.08 à 1

CCXV. Expér. J'ai trouvé le centre magnétique à .... 4 p. 9·8 l. du N.

Par calcul, faisant $n = 1.08$ .... 4 p. 8·8 l.

CCXVI. Expér. Le lendemain, 13 de Novembre, les forces étoient, ...

Dist. 7 p. 5.7 l. pole N = *tang* 34° 8′ = 678, S = *tang* 33° 48′ = 669 } = 1.013 à 1.

CCXVII. Expér. J'ai trouvé le centre magnétique, ...

Par deux Expériences, à	4 p. 9· 6 l. du N.
Par calcul, faisant $n = 1·013$, ...	4 p. 9·677 l.
Milieu, ...	4 p. 9·695 l.

Ce qui diffère de 0·255 l. du milieu de l'Aiguille : le centre de mouvement a été placé exactement, dans l'axe, à 0·4 l. du centre magnétique : une maladie m'a empêché alors de faire osciller l'Aiguille toute montée ; mais, dans la suite, j'en ai fait l'Expérience.

CCXVIII. Expér. Le 12 de Février 1776, l'Aiguille entièrement montée, & placée dans sa boîte, a fait chacune des dix premières oscillations en 8·87″, étant détournée du méridien de 30° : étant détournée de 48°, elle les a fait en 9·07″.

Cette Aiguille m'a servi, depuis le mois de Décembre 1775, à des observations sur la variation diurne.

§. 340. Remarque. §. 340. Je suis entré dans ces détails, parce qu'il m'a paru convenable de faire voir que je n'ai rien négligé pour mettre en pratique les préceptes que j'ai proposés. Ce n'est pas que je conseille de donner toujours à toutes les Aiguilles les dimensions que j'ai donné aux miennes, & que je les regarde comme les meilleures. Il s'en faut bien. Je crois que celles-ci sont bonnes pour observer la déclinaison à terre : mais il en pourroit être autrement pour des Aiguilles destinées pour les compas de variation à l'usage des vaisseaux. On charge celle-ci d'une rose qui augmente le poids, & par conséquent le frottement, ainsi que l'inertie que sa force directrice doit vaincre. On a vu, ci-dessus, (§. 22), quels retards ces poids étrangers causent. Il faut donc en ce cas faire usage de lames plus grandes, parce qu'elles acquierent plus de vertu, & proportionner la pointe ou le stile à ce poids : mais sur-tout ne pas oublier de faire attention à ce qui a été dit, ci-dessus, (§§. 319, 22). Nous aurons occasion de revenir encore sur ce sujet.

CHAPITRE XIX.

Essai d'explication du phénomène, que différentes Aiguilles indiquent souvent différentes déclinaisons, & quelquefois la même.

ARTICLE PREMIER.

Observations générales sur les différences constantes qu'il peut y avoir entre les Aiguilles.

§. 341. PLUSIEURS PHYSICIENS ont trouvé que différentes Aiguilles, qui paroissent construites avec soin, ont cependant souvent des déclinaisons différentes, & qu'elles montrent quelquefois exactement la même. Nous allons d'abord constater le fait, & essayer ensuite d'en donner une explication. §. 341. Observations de plusieurs Physiciens.

En 1712, M. *de la Hire* a trouvé exactement la même déclinaison avec une Aiguille de 4 pouces, & avec une Aiguille de 8 pouces (*i*).

En 1716, il a trouvé la déclinaison (*k*), ...

Par une Aiguille de 8 p. qui est un filet d'acier, dans une boîte de bois, de . . .	12° 20′	Differ. 35′
Par une Aiguille de 13 ½ p. dans une boîte de pierre de liais, ...	11° 45′	
Par une Aiguille semblable, dans une boîte de bois, ...	12° 20′	

(*i*) Mém. de l'Acad. 1713, p. 4.

(*k*) *Ibid.* 1716, p. 10.

Il a aussi trouvé la même déclinaison de 11°. 10′ avec trois Aiguilles, dont l'une de 8 p. étoit faite d'un fil d'acier pointu : l'autre, de 8 p. étoit en forme de fuseau applati : l'autre, de 13 p. en forme de lame fort déliée.

Le 7 de Janvier 1719 (*l*), la déclinaison étoit, à Paris, ...

Avec une Aiguille de 13 ½ p. de	11° 30′
Avec une Aiguille de 8 p. aimantée le même jour, & avec la même pierre, de	12° 20′
Différence	50′

M. *Maraldi* (*m*) a aussi remarqué, en 1722, que les grandes Aiguilles n'indiquoient pas toujours les memes déclinaisons que les petites ; & il préfère celles de 4 p. à de plus grandes, faites avec la même attention.

Nous parlerons, ci dessous, en détail des Expériences de M. *Graham*, desquelles il résulte, que trois Aiguilles, de même longueur, faites avec tous les soins imaginables, donnent cependant des déclinaisons différentes. Mais la plus grande différence n'a été que de dix minutes, bien plus petite que ne le sont celles dont nous venons de parler ; aussi est-il naturel que cette différence diminue à mesure qu'on a construit les Aiguilles avec plus de soin.

M. *Poleni* (*n*) assure que différentes Aiguilles, faites par de très-habiles ouvriers, different cependant de quelques minutes, & M. *Buache* confirme ce sentiment (*o*).

Le 3 d'Avril 1766, à la même heure, la déclinaison fut trouvée la même, ou à très-peu près la même, à Paris, par MM. *Ma-*

(*l*) Mém. de l'Acad. *1720*.

(*m*) *Ibid.* 1722, *p.* 6.

(*n*) *Phil. Transf.* n.° 421, *p.* 215.

(*o*) Mém. de l'Acad. *1732*, p. 380.

raldi & l'Abbé *Chappe*, quoiqu'avec des Aiguilles différentes, & dont l'une avoit une chappe de cuivre *(p)*. Mais en 1772, le 5 Mai *(q)* une Aiguille de 4 p. à chappe d'agate donna 20°: une autre donna, à la même heure, 19°. 50 ou 55'.

M. *Du Hamel* fait, depuis quelques années à *Denainvilliers*, des obſervations avec deux Bouſſoles: nous en parlerons ci-après plus en détail: il en a même fait avec ſix Bouſſoles à-la-fois: mais le Père *Cotte*, qui les a calculées, dit n'avoir rien trouvé de fixe dans les variations réciproques de ces Bouſſoles *(r)*.

Le Père *Cotte* a remarqué, pendant quatre mois qu'il a obſervé deux Aiguilles, l'une de 5 p. à chappe d'agathe, l'autre de 10 p. à chappe de cuivre, que les grandes variations étoient ſenſibles en même-tems dans les deux Aiguilles, mais plus conſidérables dans celle de 5 pouces, dans laquelle pourtant les petites variations n'étoient pas ſenſibles *(ſ)*.

Enfin M. *Carſten Niebuhr* a donné, dans ſa *Deſcription de l'Arabie*, une table de déclinaiſons obſervées avec deux Bouſſoles entre Saint-Jean ſur la Côte de Malabar, & le Cap de Gardafui, en 1753: la plus grande différence eſt de 39': la plus petite 0: ce qui cependant n'a eu lieu qu'une fois ſur treize obſervations.

J'omets mes propres Expériences: j'en parlerai au long dans la ſeconde partie de cet ouvrage. Le fait eſt ſuffiſamment conſtaté par les obſervations dont nous venons de rendre compte.

Je réduirai à deux claſſes générales les cas dans leſquels deux Aiguilles peuvent indiquer des déclinaiſons différentes: la

---

(p) Connoiſſance des Temps, *1768*, p. 252.

(q) *Ibid.* 1774.

(r) Journal des Savans, *Décemb. 1774*, édit. de Paris; *Janv. 1775*, de la réimpreſſion.

(ſ) *Ibid.* Sept. Oct. de la réimpreſſion, *1775*.

première quand l'Aiguille s'arrête dans la direction du méridien : la ſeconde quand elle en dévie.

§. 342. Première claſſe. Fig. 25.

§. 342. Suppoſons donc qu'une Aiguille s'arrête parallélement au méridien. Qu'on applique d'abord en C le centre d'une Aiguille parfaite ; elle s'arrêtera en BCA, & B ſera le point de la boîte qui indique la déclinaiſon. Suppoſons qu'on applique enſuite ſur le même centre une Aiguille, qu'on croit parfaite, mais dont cependant le centre T eſt hors du centre de mouvement C, à la diſtance CT. Si les poles ſont égaux, comme je le ſuppoſe ici, cette Aiguille s'arrêtera en bTa, parallèle à BCA, & indiquera le point B de la boîte. La déclinaiſon marquée par cette Aiguille différera donc de la précédente de l'angle BCb : or $BCb = CbT$: & prenant bT pour rayon CT ſera tangente de CbT, ou de l'arc qui indique la différence des déclinaiſons, marquées par les deux Aiguilles. Cela étant, pour que l'erreur entre une Aiguille parfaite, & une Aiguille telle qu'on vient de la ſuppoſer, ſoit du nombre des minutes marquées dans la Table ſuivante, il faut que la diſtance du centre de mouvement ſoit à la demi-longueur de l'Aiguille, ou que CT ſoit à bT dans la proportion ſuivante.

Erreur.	Diſtance.
1′	1 à 3438
2′	1 à 1718
3′	1 à 1146
4′	1 à 688
5′	1 à 348
10′	1 à 229
15′	1 à 172
20′	1 à 138
25′	1 à 115
30′	
35′	1 à 98
40′	1 à 86
45′	1 à 76
50′	1 à 69
55′	1 à 62
60′	1 à 57

Suppoſons

Supposons que CT ne soit que d'un dixième de ligne; doublons les nombres, pour avoir la longueur entière de l'Aiguille, que nous exprimerons en pouces: si l'on fait alors la comparaison entre deux Aiguilles imparfaites, l'une pourra avoir CT à l'E. l'autre à l'O. par où la différence devient double: donc, pour que les erreurs soient de 1, 2, &c. minutes, il faut que les Aiguilles aient les longueurs ci-jointes.

Erreur.	Deux Aiguilles, l'une parfaite, l'autre imparfaite.	Deux Aiguilles imparfaites.
1′	57· 6 p.	115· 2 p.
2′	28· 1 p.	56· 2 p.
3′	19· 1 p.	38· 3 p.
4′	14· 4 p.	28· 2 p.
5′	11·45 p.	22·90 p.
10′	5· 8 p.	11· 6 p.
15′	3· 5 p.	7 p.
20′	2·87 p.	5·74 p.
25′	2· 3 p.	4· 6 p.
30′	1· 9 p.	3· 8 p.

§. 343. On voit par-là qu'il est très-possible que les déclinaisons indiquées par deux Aiguilles de $4\frac{1}{3}$ p. varient de 25′, par la seule raison que l'Artiste aura mis le centre de mouvement à une dixième de partie de ligne du centre de l'Aiguille. Il est vrai que ces 25′ sont les cas extrêmes: que cette différence ne seroit que de 12 ou 13′, si une de ces Aiguilles étoit parfaite: qu'elle seroit encore moindre si les centres tomboient du même côté. Or il me paroît très-possible, pour ne rien dire de plus, que l'Artiste le plus habile se trompe d'une dixième de ligne dans la suspension ordinaire à chappe. Car, pour que le centre de mouvement coïncide exactement avec le centre de l'Aiguille, & n'en diffère pas d'une dixième de ligne, il faut, 1.° Qu'on ait déterminé le centre de l'Aiguille avec exactitude: 2.° Que le trou propre à recevoir la chappe, soit exactement circulaire, & ait ce point pour centre. 3.° Que la partie de la chappe qui l'ajuste dans le trou (qu'on la sonde, qu'on la vise, ou qu'on la rive, n'importe),

§. 343. Conséquence.

Inconvéniens de la suspension à chappe.

ſoit exactement circulaire, poſée perpendiculairement, ſans décliner ni à droite ni à gauche, d'une dixième de ligne. Enfin que le ſommet du conoïde intérieur de la chappe, lequel repoſe ſur le ſtile, coïncide perpendiculairement avec le centre de la baſe; conditions qui ſont très-difficiles à remplir avec exactitude. Je laiſſe aux Artiſtes à décider de la préciſion avec laquelle on peut exécuter ces différentes opérations, & de celle qui doit réſulter de leur enſemble. Quand l'erreur ne ſeroit que d'une centième de ligne, la différence ſeroit encore de 3′ pour des Aiguilles de 3 · 82 p. Du reſte, je doute fort qu'il y ait ſeulement une préciſion d'une dixième de ligne dans la plupart des Aiguilles employées dans les Expériences dont nous venons de rendre compte.

Il réſulte de ce que nous venons de dire, 1.° Qu'il eſt avantageux, tout le reſte étant égal, d'employer de longues Aiguilles: l'erreur qui ne ſe monteroit pas à 10′ pour des Aiguilles d'un pied, pourroit aller à 30′ pour des Aiguilles de 4 pouces.

Il s'enſuit, 2.° Que c'eſt une opération très-délicate, ou plutôt une combinaiſon d'opérations très-délicates, que de faire coïncider le centre de l'Aiguille avec le centre de mouvement C, dans des Aiguilles à chappe, au lieu que, dans notre ſuſpenſion, cela eſt très-facile, & s'exécute avec exactitude & certitude.

§. 344. Réflexions ſur le point qui marque les degrés.

§. 344. Nous avons tacitement ſuppoſé dans le §. précédent, que le point qui indique les degrés tombe dans l'axe de l'Aiguille. Mais ſi cela n'eſt point, il eſt évident, 1.° Que tout ce que nous venons de dire auroit encore lieu, quand même le centre de mouvement coïncideroit avec le centre de figure, pourvu que ce point ſoit diſtant de l'axe d'une dixième de partie de ligne. 2.° Que ces différences de déclinaiſons ſeroient encore plus grandes, ſi ces deux cauſes d'erreur avoient lieu à-la-fois & coïncidoient. Or ce point qui indique les degrés eſt ou l'extrémité de l'Aiguille, qui eſt terminée en pointe, ou une pointe qu'on ajoute à l'Aiguille, comme, par exemple, le pratiquent

MM. *Du Hamel* & le Père *Cotte* (t), ou le milieu de l'arc de Nonius. Or je ne vois pas qu'on ait pris dans toutes ces constructions les précautions nécessaires pour s'assurer de l'exactitude d'une dixième de ligne.

§. 345. S'il n'y avoit que la cause d'erreur que nous venons d'exposer, deux Aiguilles pourroient avoir des déclinaisons très-différentes : mais il y en a encore d'autres qui produisent le même effet : ce sont celles de la seconde classe : & celles-ci sont encore de deux espèces : car elles font dévier l'Aiguille, parce que le centre magnétique est hors du centre de mouvement, & que les forces de poles sont inégales, ou parce que les parties homologues sont inégales en forces. Nous examinerons d'abord ces deux cas en général, en n'ayant égard qu'à la déviation, d'où que ce soit qu'elle procède. §. 345. Seconde classe.

Nous avons traité si au long de cette déviation dans les Chapitres VI & VII, qu'il ne sera pas nécessaire d'y ajouter quelque chose. Pour une Aiguille de 5 pouces l'erreur pourroit être de 12′ par la première cause ; elle pourroit encore être de 12′ par la déviation (§. 189) : & l'erreur totale seroit de 24′ : & deux Aiguilles pourroient différer de 48′. On peut encore faire cette réflexion.

Qu'il peut y avoir des cas où ces mêmes causes d'erreur font indiquer le même point à deux Aiguilles de différente longueur. Car supposez que l'Aiguille *bca* acquière la situation *ba*, alors *b* sera le point de la boîte que cette Aiguille indique, & BC*b* est l'angle qu'elle fait avec un point quelconque β, par exemple, de la boîte. Supposez ensuite une autre Aiguille $\beta\alpha$, qui acquière la situation $\beta\alpha$, elle indiquera le point β, & βCB sera l'angle qu'il paroît faire avec le même point B. On dira donc que ces deux Aiguilles donnent la même déclinaison, quoiqu'elles aient des directions très-différentes. *Fig. 53.*

(t) Journal des Savans, *Décemb.* 1774, Vol. I.

ARTICLE II.

Des causes qui produisent des différences variables entre les Aiguilles.

§. 346. Énumération des causes.

§. 346. Quelle que soit la différence qu'il y a entre deux Aiguilles, elle resteroit toujours la même, s'il ne leur arrivoit jamais aucun changement, ou si ce changement opéroit également sur toutes. Il est donc important de considérer attentivement les causes de ces changemens : & nous pouvons, je crois, les réduire à trois classes. 1.° Changement dans la direction du méridien. 2.° Changement de force dans l'Aiguille même. 3.° Causes accidentelles qui agissent sur les Aiguilles.

Première classe des causes : *changement dans la direction du méridien magnétique.*

§. 346*. Théorie de la première classe.

§. 346*. Supposons une Aiguille parfaite, qui s'arrête dans le méridien : cette Aiguille changera de direction dès que le méridien en change : & elle sera poussée dans le nouveau méridien par la somme des forces de chaque partie. Mais si cette même Aiguille est posée hors du centre de mouvement, elle ne se meuvra que par la différence des forces (§. 195 — §. 201). Il en résulte :

1.° Que si le vrai méridien magnétique change de place, l'Aiguille imparfaite en changera aussi, mais plus lentement qu'une Aiguille parfaite, fût-elle d'ailleurs également mobile.

2.° Que si ce changement de méridien se fait lentement, de façon que celui-ci soit à x° de sa première situation, l'Aiguille imparfaite se trouvera *à la fin* aussi à x° de sa situation.

3.° Que si on observe les deux Aiguilles au même moment, avant la fin totale du mouvement, elles auront des directions différentes, puisque la première se meut plus vîte, (§. 200).

4.° Que si le changement se fait promptement, & de plus, tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, par exemple, d'abord de x° vers l'E, puis de x° vers l'O, il se pourra que la déclinaison de l'Aiguille imparfaite soit d'abord plus petite, ensuite aussi grande, enfin plus grande que celle de l'Aiguille parfaite. 1.° Plus petite, parce qu'elle ne sera qu'à $x - z$, tandis que l'autre sera à x. Si donc alors l'Aiguille parfaite retourne promptement, il se pourra qu'elle sera revenue à $x - z + y$, pendant que l'autre, par son mouvement plus lent, sera au même point : ainsi, leurs déclinaisons seront égales. Enfin quand la première sera revenue à $x - p$, l'autre ne sera encore qu'à $x - p + q$, & sa déclinaison sera plus grande.

4.° Enfin on voit aisément que tout ceci aura lieu, à plus forte raison, dans le mouvement de deux Aiguilles imparfaites.

§. 347. Appliquons ceci aux Expériences que M. *Graham* a faites à Londres en 1722 (*u*); ce célèbre Artiste a fait trois Aiguilles : §. 347. Application aux Expérienc. de *Graham.*

N.° 1 pesoit 3 pen. 5 gr. épaiss. 0.06 p. larg. 0.06 p. .... chappe de crystal. Premières
N.° 2 ......2 .....8 .... 0.04 .... un peu moindre; chappe de verre. Expériences.
N.° 3 ......2.....3 gr. Dimensions comme n.° 2.

La longueur de toutes étoit de 12·2 pouces. Ces Aiguilles avoient, au même moment des déclinaisons & des variations, de déclinaisons très-différentes. Observons de plus qu'on trouve dans la liste de M. *Mairan* des Aurores boréales, observées les 17, 18, 25, 27 de Mars : or l'on sait que l'Aurore boréale agite souvent l'Aiguille irrégulièrement.

Le 8 Mars 1722, v. st. ou le 19.e du nouveau, l'Aiguille, n.° 2, fut placée dans une boîte de laiton : n.° 1, dans une boîte de bois : au commencement de l'Expérience, n.° 2, marquoit $14^\circ + 30'$: $14^\circ + 25'$: différence $+5$, qui peut très-aisément avoir lieu

(*u*) *Phil. Transf.* n.° 383, *Vol. XXXIII*, p. 95.

dans des Aiguilles de 12 pouces. (§. 342.) Voici les variations des deux Aiguilles.

	N.° 2.	N.° 1.	Differ.
3 h.	N.° 2.	N.° 1.	Differ.
3 h. 18′	— 10	— 5	— 5
4 h.	— 8	— 10	5
4 h. 15′	+ 5	5	0
5 h.	+ 5	5	0
5 h. 30′	0	0	0
5 h. 45′	— 10	— 10	0
5 h. 57′	— 15	— 10	— 5
6 h. 8′	0	— 5	5
6 h. 15′	— 10	— 15	5
38′	30	35	5
48′	— 20	— 15	— 5
54′	0	0	0
7 h. 5′	+ 5	0	— 5
15′	+ 5	5	0
12 h.	— 10	— 5	— 5
Var. moy.	8·66	8·33	

Il résulte, de cette Table,

1.° Que les déclinaisons du n.° 1, ont toujours été plus petites que celles du n.° 2.

2.° Que ce jour-là les changemens se faisoient très-promptement, puisqu'ils étoient quelquefois de 30 ou 31′, en 13′ de temps.

3.° Que ces variations sont des conséquences immédiates des principes que nous venons de poser. Par exemple, de 3 à 4 heures, chaque Aiguille s'étoit rapprochée de l'Est de 15′, mais n.° 2 plus promptement. Ainsi, la variation devoit alors paroître plus grande pour le n.° 1, que pour le n.° 2.

§. 348. Secondes Expériences.

§. 348. Ces Expériences furent répétées le 10 (21) Mars, de 11 h. du matin jusqu'à 5 ½ h. du soir: n.° 2 marquoit 14° 18′, & n.° 1, 14° 10′; différence, 5′: mais, le matin, on avoit eu, à 10 h. n.° 2, 14° 10′; n.° 1, 14° 10′.

Et le soir on eut, à ....

	N.° 2.		N.° 1.	
6 h.	10°		14° 5′	
6 h. 30′	14°	—	14°	—
7 h. 30′	14°	+	14°	+
7 h. 41′	14° 5′		14°	+
12 h.	14°		14°	

N.° 1 a donc eu des variations plus grandes que N.° 2.

Le 9 (20) Mars, les deux Aiguilles indiquerent toujours le même point, & eurent les mêmes mouvemens. Or nous venons de faire voir comment deux Aiguilles imparfaites peuvent cependant indiquer la même déclinaison, soit par leur construction même (§. 346), soit dans des temps où les variations sont grandes (§. 346).

§. 349. Enfin le 5 (16) d'Avril, l'Aiguille, n.° 2, fut posée dans la boîte de bois, &, n.° 3, dans celle de laiton, & l'on observa, 1.° Que n.° 2 avoit des déclinaisons plus petites, ou, tout au plus, aussi grandes que n.° 3, mais jamais plus grandes: la plus grande différence a été de 16′. 2.° Les variations des déclinaisons ont été comme on les voit.

§. 349. Dernières Expériences de M. *Graham*.

9 h.	N.° 3.	N.° 2.
1 h. 30′	5	5
5 h. 30′	0	— 5
8 h. 15′	0	0
8 h. 37′	— 10	— 15
9 h. 45′	5	0
10 h. 25′	5	0
10 h. 45′	0	5
11	0	5
Var. moy.	3·12	4·38

N.° 2 a donc eu, en général, des variations plus grandes que n.° 3.

Il paroît de-là que les déclinaisons du n.° 1 ont été, en général, plus petites que celles du n.° 2, & celles du n.° 2, plus

petites que celles du n.° 3. On pourroit, à la vérité, ſoupçonner que la différente matière dont les boîtes ſont faites, y pourroit influer, parce que c'eſt dans la boîte de laiton que les déclinaiſons ont été les plus grandes; mais, outre que cela n'a pas eu lieu conſtamment, il en réſulteroit, qu'il y auroit eu, dans cette boîte, quelque cauſe, qui auroit tiré l'Aiguille vers l'O. mais, en ce cas, les variations vers l'Eſt, que nous avons marquées du ſigne —, auroient dû être moins fréquentes, & plus petites, au contraire de ce qui a eu lieu.

Je croirois donc que l'Aiguille, n.° 2, auroit plus approché d'être parfaite, parce qu'elle ſe mouvoit avec le plus de force: & que, dans les deux autres, le centre de mouvement aura plus différé du centre de figure: qu'il aura été plus à l'E. dans le n.° 1, & plus à l'O. dans le n.° 3: de cette façon les déclinaiſons du n.° 3 auront dû être plus grandes que celles du n.° 2, & celles-ci plus grandes que celles du n.° 1. Or il eſt aiſé de voir, par l'application des principes que nous avons établis, §. 200, comment ces déclinaiſons & leurs variations ont pu ſe trouver, tantôt plus grandes, tantôt plus petites, par le mouvement continuel où ſe trouve ſouvent l'Aiguille, & où elle a été pendant les deux mois que M. *Graham* l'a obſervée avec ſoin.

Je remarquerai encore que ces Aiguilles étoient auparavant beaucoup plus larges, & que cependant M. *Graham* y obſerva les mêmes changemens.

SECONDE CLASSE: *changemens de forces.*

§. 350. Théorie. §. 350. Nous avons vu, ci-deſſus, 1.° Que les Aiguilles ſont ſujettes à des changemens de forces continuels, (Chap. 13,) & 2.° ſi le centre de mouvement ne tombe pas dans l'axe, que l'Aiguille dévie du vrai méridien magnétique, lorſque les poles ſont inégaux (Chap. IX): & qu'elle en dévie d'autant plus que la différence entre les poles eſt plus conſidérable. Cela poſé, ſuppoſons que les poles ſoient dans l'Aiguille A, comme n à i, & qu'elle dévie du méridien vers l'O., par exemple, de x': alors ſi

n augmente

n augmente, x' ſera plus grand : ſi n diminue, x' ſera plus petit, ou l'Aiguille s'approchera de l'Eſt : ſi $n = 1$: l'Aiguille s'arrêtera dans le méridien : ſi n devient fractionnaire, la variation ſera orientale, & la déclinaiſon plus petite. On a vu, ci-deſſus, Chap. 7 & 9, des exemples de ces cas. Si on compare cette Aiguille à une Aiguille parfaite B, on voit, 1.° Comment la première peut avoir des variations très-ſenſibles, pendant que l'autre reſte immobile : 2.° Comment ces deux Aiguilles peuvent quelquefois indiquer la même déclinaiſon, & cela pendant long-tems : enſuite comment la première peut avoir des déclinaiſons, tantôt plus grandes, tantôt plus petites. Si l'on compare l'Aiguille A à une Aiguille parfaite C, il eſt clair, 1.° Que les mêmes choſes auront lieu : 2.° Que les variations pourront être beaucoup plus grandes. Que l'Aiguille A, par exemple, s'arrête à 6′ E. du méridien : l'Aiguille C à 6 à l'O : que le pole auſtral de l'Aiguille A devienne le plus fort, la déviation ſera plus grande, par exemple, de 10′ : que le pole auſtral de l'Aiguille C augmente en même-tems, & ſelon la même proportion, la déviation augmentera auſſi, & ſera de 10′ : ces deux Aiguilles diffèrent donc de 20′. Si l'on ajoute à cela 20′, pour la première cauſe d'erreur, ce qui peut avoir lieu ſi facilement dans des Aiguilles de 6 pouces, §. 342, on aura 40′ de différence entre les deux Aiguilles. S'il ſe joignoit encore à ces deux cauſes un changement de méridien, & de plus un changement de force dans les parties homologues, les différences pourroient être encore plus grandes ; je ſais qu'elles pourroient auſſi être moindres, qu'elles pourroient même ſe détruire : mais je ne veux que faire voir comment des erreurs, très-petites dans la conſtruction, jointes à des changemens phyſiques, petits en eux-mêmes, peuvent produire de très-grandes différences.

Si les Aiguilles étoient toutes deux à l'E. du centre de mouvement, il ſuffiroit que le pole boréal de l'une augmentât en même-tems que le pole auſtral de l'autre.

S'il s'agiſſoit d'Aiguilles, qui euſſent été parfaites dans leur origine, il eſt clair qu'elles ne peuvent différer que par une ſeule cauſe, le changement de force dans les parties homologues.

§. 351. Application aux obſervations de M. *Du Hamel.*

§. 351. Si tous les cas dont nous venons de faire mention ont été prouvés, ci-deſſus, par des Expériences faites à deſſein, ils ne ſont pas moins conformes aux obſervations faites par pluſieurs Phyſiciens, ou du moins celles-ci ne contiennent rien qui ne puiſſe être expliqué par les principes que nous venons de poſer.

Je mettrai dans la claſſe d'obſervations, explicables par ces principes, celles que M. *Du Hamel* a faites à Denainvilliers, en 1769 & 1770, & qu'on trouve rapportées dans les *Memoires de l'Académie*, pour 1770 & 1771. Comme les différences entre ces obſervations ſont très-conſidérables, j'en donnerai la table, en y ajoutant s'il y a eu des Aurores boréales aux environs des jours où ces obſervations ont été faites.

1769.	Gr. Bouſſ.		Pet. Bouſſ.		Diff.	A B.
6 Janv.	19°	30′	19°	30′	"	5
1 Fev.	19	30	19	30	"	
18 Mars,	19	30	19	30	"	12.20.30
6 Avril,	19	30	19	"	−30	
8 Mai,	20	"	19	15	−45	
11 Juin,	19	45	19	45	"	
13 Juill.	19	30	19	15	−15	
15 Août,	19	30	19	15	−15	
11 Sept.	19	30	19	"	−30	12
14 Oct.	19	15	19	"	−45	13.15.16
13 Nov.	19	45	19	"	−45	12.21
21 Déc.	19	30	19	"	−30	20
Maxim.	20°	″′	19°	30′	45	
Minim.	19	15	19	"	"	
Differ.	"	45	"	30	45	
Moy. vrai.	19	34	19	15	19	

On voit, par cette Table, 1.° Que la déclinaiſon de la petite Aiguille a ſouvent été moindre que celle de la grande, qu'elle lui a été égale quatre fois, mais qu'elle ne l'a pas ſurpaſſée. 2.° Que, dans les mois de Septembre, Octobre, Novembre, Décembre, où les différences ſont grandes, elles ont eu lieu des jours qui ont précédé ou ſuivi des Aurores boréales: or on ſait, & on le verra encore dans un moment, que l'Aurore boréale agite l'Aiguille irrégulièrement. 3.° Que, le 18 de Mars, les déclinaiſons ont été les mêmes, quoiqu'il y ait eu des

Aurores boréales presque tous les jours, à compter du 20: j'ignore s'il y en a eu en Avril, Mai, Juin, Juillet, Août: j'ignore aussi avec quel soin les Aiguilles dont M. *Du Hamel* se sert, ont été construites, & quelle est leur grandeur (*v*); mais, comme elles sont à chappe, il est probable qu'elles seront plus ou moins imparfaites; & il est visible que tout ce que nous avons dit, ci-dessus, s'applique naturellement à ces observations.

§. 352. Voici la Table des observations pour 1770. §. 352. Autres observations du même.

1770.	Gr. Bouss.	Pet. Bouss.	Différ.	A. B.
15 Fév.	19° ″′	19° ″	″	12.13.15.18
10 Mars,	19 ″	19 ″	″	14
10 Avril,	19 15	19 3	−12	2.12.13
7 Mai,	19 15	19 15	″	27
12 Juin,	19 30	19 ″	−30	
9 Juill.	20 ″	19 ″	−60	
21 Août,	19 30	19 ″	−30	8.10.27
Sept.	19 45	19 45	″	17.29
Maxim.	20° ″′	19° 45′	60	
Minim.	19 ″	19 ″	0	
Différ.	1 ″	″ ″	60	
Moy. vrai.	19 29.4	19 8	16.5	

On voit, par cette Table, 1.° Que la plus grande différence a été, en Juillet, de 1°, au lieu qu'elle n'a été que de 45′ en 1769. 2.° Que la déclinaison de la petite Aiguille a toujours été moindre que celle de la grande, ou qu'elle a, tout-au-plus, été égale, comme en 1769. Du reste ces observations ne renferment rien qui ne soit conforme à ce qui a été dit ci-dessus.

TROISIÈME CLASSE DE CAUSES: *Causes accidentelles.*

§. 353. Passons à la troisième classe des causes dont nous avons §. 353. De l'électricité.

(*v*) Le P. *Cotte* dit, p. 204 de son *Traité de Météorologie*, que l'Aiguille de M. *Du Hamel* a 12 p. ce sera vraisemblablement la plus grande.

parlé, aux causes accidentelles. Celles-ci peuvent être dans le même-tems différentes pour différentes Aiguilles, ou agir différemment, quand elles seroient les mêmes. On ne peut donc guères s'attendre qu'à des irrégularités de leur part. Je ne dirai qu'un mot de l'Électricité & de l'Aurore boréale.

L'Électricité peut quelquefois agiter les Aiguilles, soit par l'Électricité de l'athmosphère, qui peut entourer les Aiguilles dans des tems d'orage, comme, par exemple, quand la foudre passe près des Aiguilles, ce dont nous avons dit quelque chose, ci-dessus, (§. 258, *seq.*) soit par l'Électricité du verre même qui couvre la boîte. Quand le verre s'échauffe, le moindre frottement le rend électrique, comme bien des Expériences m'en ont convaincu: & l'on trouve *(w)* des exemples de dérangemens d'Aiguilles, qu'on ne peut rapporter qu'à cette cause. Il y a plus; M. *Lous (x)* a fait aussi des Expériences sur ce sujet, & il a trouvé qu'en essuyant la glace qui couvre les Boussoles, l'Aiguille s'attache quelquefois à cette glace. Il paroît donc important de ne pas trop exposer les Boussoles aux rayons directs du soleil, ou au vent. Mais des Expériences, que j'ai faites sur ce sujet, ne me portent pas à croire que le verre, même fortement échauffé, devienne électrique par la seule chaleur: quoi qu'il en soit, rien ne nous porte à croire que l'Électricité doive, ou puisse même agir également sur deux Aiguilles, même parfaitement semblables, & les détourner également du méridien. Dans ce cas des Aiguilles, même parfaites, auroient pour ce tems-là des déclinaisons différentes; mais celles-ci seront de rechef les mêmes, dès que la cause de l'Électricité viendra à cesser.

§. 354. De l'Aurore boréale.

§. 354. L'Aurore boréale est une autre cause, qui agite l'Aiguille: c'est un fait actuellement très-constaté, quoiqu'il ne soit pas universel, & qu'il n'ait pas constamment lieu dans le même

(w) Swedische Æhandlungen, Tom. XX, n° 157; *Phil. Trans.* n° 480, Art. 6, p. 242.

(x) Tentam. de Compassu, pp. 113, 116, 118.

endroit, ni pour la même Aiguille. J'entrerai dans quelque détail là-dessus dans la 2.e partie de ce Mémoire : & je ferai voir, au moins probablement, que les agitations observées dans l'Aiguille, pendant l'apparition du phénomène, ne sont pas dûes à l'Électricité. Si je me trompe, & qu'elles le soient, cette cause se range dans la classe dont j'ai fait mention dans le §. précédent : mais si elles ne sont pas dûes à l'Électricité, d'où procédent-elles ? Il semble que l'on ne puisse faire que trois suppositions plausibles. La première, que les Aiguilles soient poussées par quelque fluide extérieur. La seconde, qu'elles se meuvent, parce que le méridien magnétique change lui-même de place. La troisième, que ces agitations sont dûes à des changemens qui arrivent dans l'intérieur de l'Aiguille, si aucun fluide n'agit sur celles-ci, ou si le changement de méridien n'est pas capable de produire celles-là. Or, si cette énumération de causes est exacte, si l'on peut prouver qu'il est très-*improbable* que les deux premières causes aient lieu, ne sera-t-on pas fondé à conclure que la troisième cause est réellement celle que la Nature emploie pour la production du phénomène ? J'avouerai que je serois fort porté à conclure ainsi. Examinons donc ces trois hypothèses.

§. 355. Si l'Aiguille est poussée par un fluide subtil, deux Aiguilles, placées à peu de distance l'une de l'autre, semblent devoir acquérir en même-tems la même situation, puisqu'elles se placeroient dans le courant de ce fluide, & que ce courant ne sera pas différent à une si petite distance. Cela me paroît au moins très-vraisemblable. Or j'ai trouvé plus d'une fois, que deux Aiguilles étoient en même-tems agitées très-différemment par l'Aurore boréale. En voici des exemples. §. 355. Première hypothèse.

CCXIX. Expér. Le 21 de Janvier 1775, il y eut une Aurore boréale. J'ai observé, comme de coutume, l'Aiguille dont je me sers depuis 1771, à chappe de verre, & qui est très-mobile. Elle est posée dans mon jardin. Je la nommerai A. Les lames, n.° 1 & Expériences.

n.° 3, ont été poſées ſucceſſivement dans la boîte, décrite §. 147, & qui étoit alors dans une chambre haute, au premier étage, douze pieds au-deſſus du rez-de-chauſſée, & diſtante au moins de 35 pieds de la Bouſſole placée dans le jardin. Je n'ai donc pu obſerver ces Aiguilles au même inſtant, puiſqu'il me falloit le tems d'aller de l'une à l'autre, ce que j'ai fait le plus promptement qu'il m'a été poſſible. Je ne marquerai ici qu'une déclinaiſon relative.

L'Aiguille A, n'a varié que 5′ E. entre $8\frac{1}{2}$ & 8 h. 22′ : enſuite elle eſt revenue au même point où je l'ai vue conſtamment, quoique je l'aie obſervé auſſi ſouvent que le n.° 1.

N.° 1.

8 h. 20′	Déc.	30′ E.
25		10
45		25 O.
50		10
9 h.		30
15		30
30		15
32		2
45		13
10 h.		2 E.
25		8 O.
45		8 O.

L'Aiguille, n.° 1, conſtruite ſelon mes principes, a donc eu des variations beaucoup plus grandes que l'ancienne Aiguille, conſtruite à la façon ordinaire.

Je ne ſaurois rapporter ici toutes les expériences ou obſervations que j'ai faites, parce que je les fais toutes les fois qu'il y a des Aurores boréales. Je détacherai encore un exemple, ou deux, de mon Journal de ces nombreuſes obſervations.

§. 356. §. 356. CCXX. Expér. Le 29 de Mars 1775, il y eut une
II. Exper. Aurore boréale : les Aiguilles étoient placées comme ci-deſſus.

	A	N.° 4.
8 h. 30′	•	•
40	1 E.	8 O.
52	9 O.	22 O.
9 h. 4	5 O.	2 O.
15	10 E.	7 E.
22	5 O.	3 E.
45	6 E.	3 O.
10 h. •	11 O.	6 O.
15	•	1 E.
30	5 E.	8 E.
58	•	3 O.

Les deux Aiguilles ont donc varié très-inégalement, & le n.° 4 a eu de variations plus grandes que l'ancienne Aiguille : le changement de la première a été 31′; de la seconde, 14′.

§. 357. CCXXI. Expér. Le 15 d'Avril 1775, il y a eu une Aurore boréale : les deux Aiguilles étoient placées, dans le jardin, à une vingtaine de pieds de distance, & portant chacune un *nonius*. §. 357. III. Expér.

	A	N.° 4.
6 h.	•	•
7 h. •	11 E.	4 E.
8 h. •	4 O.	5 O.
30′	15 E.	13 E.
35	4 E.	7 E.
45	4 O.	3 O.
9 h. •	5 E.	7 E.
12	2 E.	2
30	5 O.	4 O.
45	2 E. . . . d.	1 O.
10 h. •	7 O.	11 O.
15	•	•
22	11 E.	20 E.
30	14 E.	10 E.
35	3 O.	8 O.
45	4 O.	7 O.
52	4 O.	2 O.
11 h. •	4 O.	8 O.
20	10 O.	8 O.
30	5 O.	5 O.

La variation totale de l'Aiguille A, a été de 44′; celle de l'Aiguille, n.° 4, de 40′.

§. 358. IV. Expér. §. 358. CCXXII. Expér. Le 2 de Mai 1776, il y eut une Aurore boréale; les deux Aiguilles A & n.° 4, étoient placées dans le jardin; n.° 3, dans la chambre dont j'ai parlé §. 355.

	A	N.° 4.	N.° 3.
8 h. ″	″	″	″
9 h. ″	2 E.	4 E.	10 E.
10 h. 15	20 O.	26 O.	12 O.
22	6 O.	6 E.	8 O.
30	7 O.	12 E.	5 E.
40	4 O.	10 E.	13 E.
50	3 O.	3 E.	37 E.
11 h. ″	″	″	″
10	5 E.	″	1 E.
25	3 E.	2 O.	″
40	″	″	1 O.

Variations totales.

A, ... 28′
N.° 4, ... 31′
N.° 3, ... 56′

§. 359. Seconde & troisième hypothèses. Conséquences. §. 359. Il résulte de ces Expériences, que trois Aiguilles observées à-la-fois, ont eu des variations bien différentes dans des tems d'Aurore boréale. Or, si elles ont été poussées dans la direction du fluide qui agissoit alors, quel qu'il soit, est-il le moins du monde probable que le courant de ce fluide ait été si différent dans un si petit espace? Et si cela est improbable, ne sera-t-il pas probable au contraire que les deux autres causes, le changement de méridien, & le changement de force de chaque Aiguille auront été les causes de ces variations? La première, en la supposant même dépendre du courant du fluide magnétique terrestre, & supposant par conséquent que ce courant ait changé de direction, aura été uniforme pour toutes les Aiguilles. La seconde aura dépendu dans l'ancienne Aiguille & d'un changement dans la force des poles, & d'un changement dans les forces des parties homologues,

homologues, qui seul aura agi sur les n.° 3 & 4. Je ne donne ceci que comme une conjecture. Si elle étoit vraie, cette cause accidentelle, l'Aurore boréale, rentreroit dans la classe de celles dont nous avons parlé ci-dessus, §. 350.

Pour donner à cette conjecture toute la certitude qu'on peut avoir en pareille matière, il faudroit prouver, 1.° Que les lames aimantées sont sujettes à de pareils grands changemens, durant l'apparition des Aurores boréales; mais on a vu, ci-dessus, §. 283, les difficultés qui se rencontrent dans ces Expériences. Si cela étoit prouvé, la probabilité de ma conjecture augmenteroit de beaucoup: mais cela ne suffiroit pas : car, comme les changemens ne se font ni également, ni toujours, ni dans le même sens, dans différentes lames, même dans celles qui ont à très-peu-près les mêmes dimensions, il faudroit prouver, en second lieu, que les lames même, qui servent alors d'Aiguilles, éprouvent de pareils changemens : mais comment essayer ces forces, & observer les déclinaisons en même-tems ? Je n'y vois pas de moyen. Quoi qu'il en soit, si ces lames sont sujettes à de grandes variations de force, en peu de tems, comme il est sûr, (§. 274, n.° 30), n'est-il pas apparent que ce changement ne se fera pas également dans les parties homologues ? Cela l'est d'autant plus, qu'il est sûr que toutes les parties situées selon la longueur, changent dans le même tems inégalement : car si cela n'étoit pas, chaque partie acquerroit une force qui seroit multiple ou sous-multiple de celle qu'elle avoit déjà, & en ce cas la proportion de poles ne changeroit pas, au contraire, de ce qui a lieu, §. 271, *seq.* On a même vu arriver qu'un pole ne change pas pendant que l'autre varie beaucoup (§. 276, n.° 52 & 54: 56 & 57, &c.). La conjecture que j'ai proposée, me paroît donc fort probable, mais non assez pour l'admettre comme une explication complète du phénomène en question. Aussi n'ai-je voulu donner ceci que comme un *essai* : & si j'avois connu un titre plus modeste encore, je l'aurois donné à ce Chapitre.

§. 360. Au reste, en expliquant les différentes déclinaisons de différentes Aiguilles dans le même-tems, par un changement de — §. 360. Conclusion.

force dans les poles ou dans les parties homologues des lames, ou même par un changement du méridien, je ne fais qu'expliquer un fait par un autre fait plus général, dont j'avoue ne pas entrevoir les causes le moins du monde.

Il résulte enfin de ce que nous avons dit, que des Aiguilles faites selon nos principes, indiqueront toujours le même méridien, tant que les forces de leurs parties homologues ne changent pas, ou tant qu'elles changent dans la même proportion : à moins cependant qu'il n'y ait des causes étrangères, qui les détournent de leur direction, comme seroit l'Électricité, voisinage du fer, &c. Mais ce sont là des causes dont on doit sûrement faire abstraction dans des recherches comme celles-ci. On verra, dans la seconde Partie, les résultats que m'ont fourni des observations continuées pendant long-tems sur trois Aiguilles différentes.

CHAPITRE XX.

Réflexions sur quelques obstacles que les Aiguilles ont à vaincre.

§. 361. NOUS AVONS, je crois, discuté assez en détail, dans les Chapitres précédens, les trois premiers objets que nous nous étions proposés d'examiner (§. 4). Il ne nous reste plus qu'à dire un mot du quatrième, c'est-à-dire, des forces avec lesquelles les Aiguilles se dirigent, du *maximum* de cette force, eu égard au concours de diverses causes physiques & étrangères, qui se combinent de différentes façons, & se détruisent souvent en partie. §. 361. Énumération des obstacles.

Nous avons parlé assez amplement des forces mêmes : nous ne les examinerons plus que par rapport aux obstacles qu'elles peuvent avoir à vaincre.

Les obstacles, dont j'ai dessein de parler ici, sont, le frottement, l'inertie des particules, eu égard au magnétisme, la résistance de l'Air.

Nous avons déjà parlé du frottement : (§. 319, *seq.*) & nous avons dit qu'il diminue le nombre des oscillations, mais qu'il n'influe pas sur leur durée.

§. 362. On doit considérer l'inertie des particules de deux façons : premièrement celle des particules qui ne peuvent pas acquérir le magnétisme. Nous avons vu, ci-dessus, combien elles retardent le mouvement des Aiguilles. Il n'est pas douteux que ce retard ne soit, proportionnellement, d'autant plus considérable, que les poids qu'on applique à l'Aiguille, sont plus pesans en comparaison du poids de l'Aiguille. Il ne faut donc pas trop charger l'Aiguille, mais proportionner le poids de la rose ou du *nonius* aux forces de l'Aiguille même. On ne sauroit donner de régles sur ce sujet, & ce que nous en avons dit en quelques §. 362. De l'inertie.

endroits de cet Ouvrage (§. 21. §. 336, *seq.*) suffit amplement pour notre but. Je passe donc sous silence les Expériences que j'ai faites sur cette matière.

§. 363. L'inertie des particules magnétiques.

§. 363. La seconde manière dont on doit considérer l'inertie, est celle des particules qui peuvent devenir magnétiques, eu égard au magnétisme même. On sait que différentes masses acquièrent différens degrés de force, & qu'il y a là un *maximum*, de façon que toute force, au-dessus ou au dessous de ce *maximum*, acquiert moins de force par les mêmes barreaux. C'est un fait connu des Physiciens. Mais il y a ici une inertie particulière. Supposons plusieurs Aiguilles, qui aient des longueurs égales. Il se pourra que celle qui a une masse plus grande, oscille plus lentement que celles qui sont plus légères, sur-tout si la différence de masse est considérable : c'est ce que M. *Lous* (y) a prouvé par Expérience. Voici une table extraite de la sienne.

Longueur,	9 pouc.			8 pouc.			7 pouc.			6 pouc.		
Poids,	450	160	80	400	143	70	350	125	61	300	108	52
Tems des osc.	36	$31\frac{1}{2}$	30	$33\frac{1}{2}$	28	27	$31\frac{1}{2}$	25	$23\frac{1}{2}$	$29\frac{3}{4}$	23	$20\frac{1}{2}$

Longueur,	5 pouc.			4 pouc.			3 pouc.		
Poids,	250	90	43	200	72	34	150	54	25
Tems des osc.	28	21	$17\frac{1}{2}$	$26\frac{1}{2}$	$19\frac{1}{2}$	15	25	$17\frac{1}{2}$	13

Il paroît par-là que les lames les plus pesantes ont oscillé plus lentement que les autres : &, comme le frottement n'influe pas sur le tems des oscillations (§. 320), il est clair que ce retard ne peut venir que de l'inertie des particules par rapport au magnétisme. Mais comme M. *Lous* n'a fait aucune mention de la force des poles, & qu'ainsi nous ignorons si les lames plus pesantes ont acquis plus de force que les autres, ce qui cependant est très-probable pour quelques-unes d'entr'elles, nous ne saurions rappeller ces Expériences au calcul.

§. 364. Expériences de l'Auteur.

§. 364. Je me vois donc forcé de faire usage des Expériences que j'ai faites moi-même sur ce sujet, en ayant égard à toutes les circonstances requises. 1.° Les lames, n.° 2, n.° 3, n.° 4, n.° 6,

(y) *Tentam. de Compassu*, p. 103.

ont à-peu-près la même longueur : la plus grande différence n'eſt que de 0·2 l. 2.° En marquant les poids, j'ajouterai au poids de la lame celui de l'étui, parce qu'il a au moins la même inertie que les particules même. 3.° Ces lames ayant été ſuſpendues par leur centre magnétique, ou à-peu-près, leurs forces ſont comme $\frac{4nL^2b}{(m+1)^2}$, ou ici comme $\frac{nb}{(m+1)^2}$. 4.° Je prendrai les forces b comme elles étoient à 7 p. 5·7 l. tout ceci poſé, faiſons d'abord uſage des Expériences rapportées ci-deſſus.

	N.° 2, §. 336.	N.° 3, §. 337.	N.° 4, §. 338.	N.° 6, §. 339.
Poids	322	274	303	456
b	296	394	499	661.9
n	1.026	1.025	1.092	1.08
Temps des oſc.	8.2″	6.6″	6.6	7.57
Forces, §. 71.	748.7	1018.6	1308.7	1719.1
Forces diviſées par le quarré des poids.	722.1	1388.4	1393	826.7

§. 365. Ces Expériences prouvent donc que des lames d'un plus grand poids, mais d'une plus grande force, peuvent oſciller plus lentement, ou plus promptement, ou auſſi vîte que des lames de même longueur, mais de moindres forces & de moindre poids, & que cela dépend de la proportion qu'il y a entre les forces & les maſſes. §. 365. Conſéquences.

Ce retard dépend ſûrement de l'inertie des plus grandes maſſes, & il m'a ſemblé *à priori* qu'il pouvoit être comme le quarré des maſſes : car l'inertie ordinaire, eſt comme les maſſes : celle qui réſulte du magnétique même, pourroit être en même raiſon : or la raiſon doublée ſuit de la combinaiſon de ces deux élémens. J'ai donc diviſé les forces par le quarré des poids, & l'on voit que les exemples du n.° 3 & du n.° 4 répondent exactement à cette hypothèſe, & que celles du n.° 2 & 6 n'y ſont pas oppoſées. Je ne fais pas le calcul exact de celles-ci, parce qu'on n'a pas encore établi la théorie vraie ſur la proportion qu'il y a entre les forces & les tems des oſcillations. Ce n'eſt pas que les nombreuſes Expériences, rapportées dans ce Mémoire, n'y puiſſent conduire ; Réflexions ultérieures.

mais je dois éviter tout ce qui n'appartient pas directement à mon but.

§. 366. Autres Expér.

§. 366. Je ne m'en suis pas tenu à ces quatre Expériences : en voici encore d'autres. Elles ont été faites avec deux lames, d'acier non trempé, marquées n.° XV & n.° XVI. L'une a 7 p. 2·7 l. l'autre 7 p. 3. l. Ce qui ne diffère pas sensiblement.

Expér.	N.°	Poids.	b	n	Tems.	Forces, §. 71.	Forces div. par	
CCXXIII.	15	5.00	1047.7	1.035	10.3	1047.7	418	le quarré
CCXXIV.	16	320	263	1.037	12	263	257	des poids.

On voit bien distinctement ici le retard qu'a causé la masse, & combien l'hypothèse du quarré des poids est vraisemblable.

§. 367. Dernieres Expér.

367. Enfin voici encore des Expériences, faites avec trois lames d'acier non trempé, & de la même longueur que n.° 7 : elles ont été faites le même jour que l'Expérience LI (§. 80). Au poids des lames, j'ai ajouté celui de la chappe.

	Exp. LI.	Exp. CCXXV.	Exp. CCXVI.	Exp. CCXXVII.
	N.° 7.	N.° 11.	N.° 12.	N.° 14.
Poids	507	869	749	628
b	445	601	445	268
n	1.08	1.17	1.23	1.33
Temps des osc.	10.4″	14.6	14.6	14.9
Forces, §. 71.	1172	1631	1625	611
Forces divisées par le quarré des poids.	4559	2210	2896	1549

Je n'ajoute pas ces Expériences pour confirmer l'hypothèse du quarré des masses ; car on voit qu'il y a d'assez grandes différences : ces différences viennent de ce que les forces des particules n'étoient pas régulières dans ces différentes lames (§. 302) : la plus grande irrégularité se trouvoit dans le n.° 12, & ensuite dans le n.° 14 ; ce qui fait que les forces calculées ne sont pas les véritables forces qui ont agité les Aiguilles : je pourrois prouver, s'il m'étoit permis d'entrer ici dans ce détail,

1.° Que la force qui a agité n.° 12, eſt moindre que celle que donne le calcul; 2.° Que celle qui a agité n.° 14, eſt plus grande que celle que nous avons calculée; ce qui rapproche ces Expériences de l'hypothèſe: je les ai ajoutées uniquement pour faire voir combien les maſſes influent; car, ſi on n'y avoit aucun égard, n.° 12, & n.° 11, auroient aſſurément dû oſciller plus promptement que n.° 7 & n.° 14, au contraire de ce qui a eu lieu.

§. 368. Il ſuit bien évidemment de ces Expériences, 1.° Qu'en calculant les forces avec leſquelles deux Aiguilles s'approchent du méridien; il faut bien ſe garder de comparer des Aiguilles de maſſes inégales, ſans faire attention à ces maſſes mêmes. 2.° Qu'il eſt vraiſemblable que, toutes choſes d'ailleurs égales, les forces ſont en raiſon inverſe doublée des maſſes. 3.° Que comme c'eſt un avantage réel pour les Aiguilles de Bouſſole de s'approcher du méridien avec le plus de force poſſible, & que, d'un côté, les forces qu'une lame acquiert par l'imprégnation, ſont, juſqu'à un certain point, d'autant plus grandes, qu'elles ont plus de maſſe; & que, de l'autre, la force directrice diminue à meſure que ces maſſes augmentent, il faut que les Artiſtes tâchent d'employer, autant qu'il eſt poſſible, une maſſe où la combinaiſon de ces élémens ſoit un *maximum*. On ne ſauroit déterminer ce *maximum* à *priori*, à moins de connoître ſelon quelle fonction des maſſes ces lames acquièrent la vertu magnétique; connoiſſance qu'on eſt bien loin d'avoir. D'ailleurs il ne faut pas perdre de vue que les lames étroites ſont avantageuſes pour la direction. Je conſeillerois donc aux Artiſtes de faire, pour chaque longueur, quelques lames d'épreuve de différentes maſſes, qu'ils aimanteroient, & ſur leſquelles ils feroient toutes les Expériences que nous avons faites ſur les nôtres. Ils donneroient enſuite à la lame qu'ils deſtinent à ſervir à la Bouſſole, les dimenſions de celles des lames d'épreuves qu'ils auroient trouvé la plus ſatisfaiſante. On voit, par exemple, par les Expériences précédentes, combien la lame, n.° 7, ſeroit préférable aux autres, quoiqu'elle ait réellement eu moins de force que les n.° 11 & 12, qui cependant n'étoient pas

§. 368. Conſéquences.

trempées. Ce qui démontre encore que l'avantage qu'on pourroit se promettre d'une plus grande masse, eu égard à la faculté de recevoir plus de vertu, est bien vîte détruite par l'inertie que cette même masse occasionne.

§. 369. De la résistance de l'air.

§. 369. Un dernier obstacle, dont il ne sera pas inutile de parler, est la résistance de l'air. Nous avons déjà vu, ci-dessus, (§. 322), qu'elle étoit fort propre à retarder la trop grande mobilité des Aiguilles : & il est certain que si elle est trop grande, elle pourroit être capable d'anéantir leur mouvement. On sait que cette résistance cause d'autant plus d'effet, que la surface, qui frappe l'air, est plus grande. Mais cette résistance altère-t-elle le mouvement de l'Aiguille, uniquement comme le fait le frottement, en diminuant le nombre des oscillations, sans porter atteinte à leur durée, ou bien, diminue-t-elle cette durée même, comme le fait l'inertie ? M. *Lous* a fait quelques Expériences sur cette matière. La suivante mérite d'être rapportée *(z)*. Il a pris une Aiguille de 7·8 p. qui pesoit 19 grains, & faisoit 100 oscillations jusqu'au repos : le tems de chaque oscillation étoit de 50″. Il y appliqua une bande de papier, de façon qu'elle offrit à l'air la même surface qu'une Aiguille de même longueur, qui pesoit 145 grains : alors elle ne fit que 36 oscillations, & le tems de chacune d'elles étoit de $5\frac{1}{2}''$: de sorte que la durée des oscillations a été augmentée. J'ai cru devoir répéter cette Expérience, en ne chargeant l'Aiguille d'aucun poids. Et, comme je suspends mes lames de champ, il m'a paru intéressant de savoir si elles souffriroient beaucoup plus de la résistance de l'air, de cette façon, que si je les avois suspendues à plat.

§. 370. Expériences.

§. 370. CCXXVIII. Expér. Le 23 de Février 1775, j'ai fait osciller le n.° 3, en le suspendant à plat par le milieu. Je l'ai détournée par un arc de 30° : elle a fait 25 oscillations, & chacune des 10 premières en 6·7″. A la fin de la cinquième, l'arc

(z) Tentam. de Compassu, &c. pp. 96, 116.

n'étoit

n'étoit plus que de 24° : à la 10.e de 18 : à la 15.e de 16. En la détournant d'un arc de 45° elle a fait 45 oscillations : & chacune des dix premières en 6·8″. A la fin de la 5.e oscillation, l'arc étoit réduit à 35 : à la fin de la 10.e à 30 : à la fin de la 15.e à 23°.

CCXXXI. Expér. Immédiatement après, j'ai suspendu la même lame de champ, aussi par le milieu, & en me servant du même étui. Détournée par un arc de 30°, elle a fait 27 oscillations, & chacune des dix premières en 6·7″. A la fin de la 5.e oscillation, l'arc étoit réduit à 22 : à la fin de la 10.e à 14 : de la 15.e à 10°. Détournée par un arc de 45°, elle a fait 38 oscillations, & chacune des dix premières en 6·8″. A la fin de la 5.e oscillation l'arc étoit réduit à 33° : à la fin de la 10.e à 24 : à la fin de la 15.e à 21°.

La résistance de l'air n'a donc pas influé sensiblement sur la durée des oscillations.

§. 371. CCXXX. Expér. Le 26 de Février 1775, j'ai fait osciller la lame n.° 4, suspendue à plat. Détournée par un arc de 30°, elle a fait 26 oscillations, & chacune des dix premières en 6·8″. A la fin de la 5.e l'arc étoit réduit à 23 : à la fin de la 10.e à 16 : à la fin de la 15.e à 11. Détournée par un arc de 45°, elle a fait 37 oscillations, & chacune des dix premières en 6·9″. A la fin de la 5.e l'arc étoit réduit à 36° : à la 10.e à 29 : à la 5.e à 22. §. 371. Autres Expér.

CCXXXI. Expér. J'ai fait ensuite osciller la même lame, suspendue de champ : elle a fait (détournée par un arc de 30°) 31 oscillations : & chacune des dix premières en 6·9″. A la fin de la cinquième, l'arc étoit réduit à 23° : à la fin de la 10.e à 17 : à la fin de la 15.e à 12. Détournée par un arc de 45°, elle a fait 38 oscillations, & chacune des dix premières en 7″. A la fin de la 5.e l'arc étoit réduit à 35° : à la fin de la 10.e à 17 : à la fin de la 15.e à 12°.

§. 372. Il suit, de ces Expériences, que la résistance de l'air a un peu augmenté la durée des oscillations ; mais que cette diffé- §. 372. Conséquences.

rence eſt extrêmement petite, & en aucune façon nuiſible. On voit, en ſecond lieu, que le nombre d'oſcillations a été un peu moindre dans l'Aiguille placée de champ, que dans celle qui étoit ſuſpendue à plat, pour le n.° 3 : & qu'au contraire il a été au moins égal pour le n.° 4. Sur quoi je remarquerai ſeulement que j'ai ſouvent vu des irrégularités dans le nombre des oſcillations de la même Aiguille, dans des Expériences faites l'une immédiatement après l'autre. Si l'Aiguille, par exemple, reçoit un petit tremblement, le nombre d'oſcillations eſt plus grand : mais cela n'influe en rien ſur leur durée.

Je crois donc pouvoir conclure, que la réſiſtance de l'air n'occaſionne aucun défaut, ni aucune perte ſenſible de forces directrices aux Aiguilles poſées de champ, quoiqu'elles offrent une plus grande ſurface à l'air.

SECONDE PARTIE.

DES VARIATIONS DE L'AIGUILLE.

INTRODUCTION.

LA QUESTION, que nous devons examiner dans cette ſeconde Partie de nos Recherches, eſt celle-ci : *Quelle eſt la meilleure manière de rendre raiſon des variations diurnes régulières de l'Aiguille aimantée.*

Pour ſatisfaire, s'il nous eſt poſſible, aux vues de l'Académie, ou du moins, pour laiſſer à deſirer le moins que nous pourrons, nous croyons devoir examiner, analyſer, diſcuter, les obſervations qu'on a faites juſqu'ici, & y en ajouter un nombre conſidérale de nouvelles, qui nous paroiſſent propres à jetter du jour ſur cette matière. Pour y procéder, avec ordre, je diviſerai cette Partie en trois Sections.

Je traiterai, dans la première, des variations diurnes, de leur régularité, de leurs loix, de leurs cauſes.

Je traiterai, dans la ſeconde, des changemens des déclinaiſons mêmes, & de leur influence ſur la variation diurne.

Enfin, dans la troiſième, je propoſerai quelques Réflexions ſur les changemens généraux de déclinaiſon.

PREMIÈRE SECTION.

DES VARIATIONS DIURNES.

CHAPITRE PREMIER.

De la variation diurne horaire de l'Aiguille.

§. 1. Définition. §. 1. Une des principales variations auxquelles on doit avoir égard, eſt la *variation horaire*, que quelques Phyſiciens ont remarquée. Cette variation pourroit avoir lieu, quand même l'Aiguille ne ſeroit ſujette à aucun autre mouvement : quand même elle reviendroit le ſoir exactement au même point dont elle eſt partie le matin; quand même enfin la déclinaiſon moyenne de chaque jour ſeroit invariablement la même. Peut-être cela auroit-il lieu, ſi l'on pouvoit ſéparer toutes les autres cauſes qui agiſſent ſur l'Aiguille, de celle qui produit ſeule la variation horaire; mais c'eſt cette combinaiſon de différentes cauſes, qui paroiſſent agir ſouvent en ſens contraire, laquelle fait la principale difficulté de ces Recherches.

J'entends par *variation diurne horaire*, le mouvement par lequel les Aiguilles ſe meuvent vers l'oueſt depuis le *matin* juſqu'à une certaine heure avant ou après midi, & retournent le ſoir vers l'Eſt.

Nous commencerons par conſtater juſqu'où & comment ce phénomène a lieu en différens pays, en ſuivant l'ordre des latitudes. J'examinerai enſuite plus particulièrement quelle eſt la grandeur & la nature de ce mouvement, en faiſant uſage des obſervations de M. *Canton*, & des miennes propres.

SIAM; *Batavia.*

§. 2. MM. *Muſſchenbroek (a)* & *Eleſius (b)* attribuent au Père *Tachard* les premières obſervations de la variation diurne. Comme elles ſont les ſeules, que je ſache, qui aient été faites à cette latitude, elles ſeroient très-importantes, ſi elles étoient bien conſtatées. Elles ont été faites à *Louve*, ville du Royaume de Siam, les 9.e & 10.e de Décembre 1685. Les Pères Jéſuites *(c)* trouverent la variation de l'Aiguille, au moyen de de la machine parallatique, en prenant pluſieurs fois les hauteurs correſpondantes du Soleil, & obſervant les *azimuths*, ... §. 2. Obſervations des PP. Jéſuites.

Une fois de 16′, 31, 35, 38 } à l'O.

D'où il paroît, 1.° Qu'il y a une différence de 22′ entre les obſervations; 2.° Que ſi ces différences ne ſont pas dûes à quelque imperfection de la machine, ou à des cauſes étrangères, & que les obſervations ſoient écrites dans le même ordre où elles ont été faites, on en pourroit conclure, que l'Aiguille s'eſt avancée vers l'Oueſt, depuis le matin, juſqu'à deux ou trois heures après midi.

On trouva, le lendemain, par les hauteurs correſpondantes, priſes entre 9 & 10 h. & entre 2 & 3, la variation, ...

Une fois de 28′, 33, 21 } O.

En faiſant les mêmes ſuppoſitions, qui paroiſſent aſſez naturelles, l'Aiguille ſe ſeroit d'abord mue vers l'O. & ſeroit enſuite retournée vers l'Eſt: mais on voit facilement que ces obſervations ne ſont pas aſſez détaillées, pour qu'on en puiſſe

(a) *Diſſertat. de Magnete*, p. 155: mais M. *Muſchenbroek* paroît avoir mal expliqué ce paſſage du P. *Tachard*.

(b) Hiſtoire des Sciences, inſérée dans les Mém. de Suède, *Tome IX* de la Traduction allemande, *pp. 89-100.*

(c) Voyage à Siam; *Liv. V*, pp. 239 & 40, *Edit. d'Amſt.*

conclure quelque chose de certain : j'observerai encore que les mêmes Pères avoient employé un anneau astronomique, du Sieur *Butterfield*, qui donna, les 6 & 7 Décembre, la variation de 2° 20′ O. mais cet anneau donnoit la déclinaison plus grande de $2\frac{1}{2}$°, que les Boussoles des Pilotes, avec lesquelles la machine du Sieur *Chapotot* s'accordoit assez bien.

§. 3. Observations faites en mer.

§. 3. On trouve une autre observation, faite le 15 Juillet 1687 *(d)*. La déclinaison étoit au lever du soleil, 25° O, à la latitude australe de 37° · 19′, & au coucher seulement de $24°\frac{1}{2}$. Pendant ce tems, le vaisseau avoit fait 22 lieues, & la déclinaison change considérablement dans ces parages ; ainsi, on ne sauroit rien conclure de ces observations : assertion qui me paroît d'autant mieux fondée, que ce changement de 30′ est à-peu-près ce qui doit avoir eu lieu en vertu du changement local, en supposant un progrès uniforme : car, le 3 de Juillet, la déclinaison fut de 15° N-O, & le 15 de 25°, à une latitude plus boréale d'un degré : ce qui fait 10° pour 13 jours de 24 h. ou 46′ pour 24 h. &, par conséquent, de 27′ pour 12 à 13 h. qui peuvent s'être écoulées entre le lever & le coucher du soleil.

Il ne me paroît nullement certain que les observations du Père *Tachard* démontrent une variation horaire diurne, surtout parce qu'il est probable que ces observations ne sont pas fort exactes (*e*).

Rome ; latitude, 41° 53′.

§. 4. Observations du P. *Asscleppi.*

§. 4. Le Père *Asscleppi* a fait, à Rome, plusieurs observations sur la variation diurne de l'Aiguille : il s'est servi d'une Aiguille très-légère, longue d'un pied de Roi, & enchassée dans une boîte de bois, travaillée avec soin. Il a pris toutes les précautions pos-

---

(d) Voyage à Siam ; *Liv. II*, p. 65, *Édit. d'Amst.*

(e) Voyez *Gouye*, Notes sur les Observations des PP. Jésuites ; Mémoires adoptés par l'Acad. *Tome VI*, pp. 25 & 232, *ou* Anciens Mém. *Tom. VII*, seconde Partie.

ſibles : & déplaçant l'Aiguille avec un fer, il obſervoit l'endroit où elle s'arrêtoit. Il a fait ſes obſervations d'heure en heure. La Bouſſole étoit poſée dans le coin d'une chambre placée ſur une voûte. Voici le réſultat de ſes obſervations, tel que je le trouve dans un ouvrage périodique accrédité (*f*).

« Le réſultat des nombreuſes Expériences dont le Père *Aſcleppi* » donne les tables, eſt que la déclinaiſon de l'Aiguille aiman- » tée eſt ſujette à un période journalier, qui cependant a quel- » ques irrégularités. En prenant les ſommes de toutes les décli- » naiſons obſervées à la même heure dans la première ſuite, » on voit que la plus petite déclinaiſon arrive le matin à 7 h. » 54′, & la plus grande à 2 h. après midi. La différence entre » la plus grande & la plus petite ſomme, eſt de 142 minutes; » & ce nombre, diviſé par celui des jours d'obſervation, qui eſt » de 25, donne 5′ & 7 dixièmes, pour la différence moyenne » des déclinaiſons. La première ſuite d'obſervations a été faite » depuis le 10 Mai juſqu'au 3 Août (1772).

» La ſeconde ſuite faite depuis le 3 de Novembre juſqu'au 24 » de Février, donne la plus petite déclinaiſon entre les 9 & 10 h. » du ſoir, la plus grande à 1 h. 9′ après-midi : & la différence » moyenne de 5′ & deux dixièmes. »

La variation diurne eſt donc conſtatée à Rome. Le *maximum* a lieu entre 1 & 2 h. après-midi : & la différence moyenne a été en Eté & en Hiver, au moins en 1772, de 5·7′ & 5·2′ : différence bien peu ſenſible.

Padoue; latitude, 45° 22′.

§. 5. Je ſerois tenté de croire que M. *Poleni* (*g*) a fait quel- §. 5. Obſervations de M. *Poleni*.

(*f*) Journal Littéraire de Berlin, *Vol. II*, p. 212, où l'on donne un Extrait des *Acti della Academia della Scienze die Scena, ditta di Fiſico Critici*. Je ſuis mortifié de n'avoir pu me procurer cet Ouvrage, pour pouvoir conſulter les tables mêmes, & les comparer avec mes propres obſervations, faites dans le même temps.

(*g*) *Phil. Tranſ.* n° 421, *Vol. XXXVII*, p. 215.

ques obſervations de ce genre, mais imparfaites. Il remarque du moins, qu'il eſt *connu*, que la déclinaiſon n'eſt pas exactement la même à toutes les heures du jour, & que la différence eſt de quelques minutes : qu'il eſt *connu* auſſi que différentes Aiguilles indiquent des déclinaiſons différentes entr'elles de quelques minutes, & qu'en exceptant ces petites variations, il a trouvé la déclinaiſon de 13° de 1725 — 1730.

M. *Poleni* connoiſſoit donc de petits changemens diurnes dans l'Aiguille : il eſt fâcheux qu'il n'en ait pas tenu compte plus exactement.

OCÉAN ATLANTIQUE, *entre 27° & 48° de latitude boréale, & 20° & 80° de longitude, à l'Oueſt de Londres.*

§. 6. Obſervations de M. *Hanis.*

§. 6. M. *Hanis* a obſervé, avec un très-grand ſoin, la déclinaiſon de la Bouſſole, dans un voyage qu'il a fait en 1732 : &, parmi ces obſervations, il y en a quelques-unes qui indiquent manifeſtement une variation diurne. Voici ces obſervations (*h*).

« Quelquefois la roſe différoit de plus de 2 degrés d'elle-» même du matin au ſoir du même jour. Cette différence » continuoit, pour ainſi dire, régulièrement pendant pluſieurs » jours, diſparoiſſoit enſuite pendant une ſemaine ou plus, re-» paroiſſoit enſuite, & continuoit comme auparavant.

» La grandeur de cette différence & l'accord aſſez grand » (*near.*) entre les obſervations faites le même matin ou la » même après-midi, ne me donne pas lieu de ſoupçonner que

(*h*) *Phil. Tranſ.* n.° 428, *Vol. XXXVIII.* Ceux qui ſe ſervent de la Traduction françoiſe, ſont priés de remarquer, que le ſecond article de la page 87, eſt mal traduit ; le Traducteur met : « D'une part, cette grande différence, » &, de l'autre, l'accord conſtant des obſervations, faites pendant la même » après-dînée, me portent à ſoupçonner de l'erreur dans la façon d'obſerver. » Le contraire ſe trouve très-diſtinctement dans l'Original ; il y a : *The greatneſſ of this difference and the near agrement be twixt the obſervations made in the ſame forenoon and afternoon, amongſt themſelves, will not give me room to ſuſpect that it proceeds altogether from an error in obſerving*, &c. &c.

» cela

» cela procède entièrement de quelque erreur d'obſervation :
» je l'avoue, je n'ai pu la trouver : mais quelle qu'en ſoit la
» cauſe, l'erreur étoit toujours du même côté; c'eſt-à-dire, la
» déclinaiſon occidentale étoit toujours plus petite le matin que
» l'après-midi. J'ai examiné avec ſoin ſi cela pouvoit provenir
» de l'inſtrument, ou de quelque fer proche de l'endroit où
» l'on faiſoit l'obſervation : mais je ſuis pleinement convaincu
» que cela ne pouvoit procéder d'aucune de ces cauſes. »

On ne ſauroit, ce me ſemble, révoquer en doute la certitude de ces obſervations. Il en réſulte, 1.° Qu'il y a une variation diurne dans quelques-uns des parages que M. *Harris* a parcourus, à moins qu'on ne voulût ſoupçonner qu'il eût toujours été après-midi dans des endroits où la variation étoit plus grande que dans ceux où il ſe trouvoit le matin. 2.° Que cette variation n'a pas eu lieu par-tout. 3.° Qu'il y a eu quelquefois de grandes différences.

Il ne ſera pas inutile de remarquer ici, que M. *Harris* ne parle que de la variation occidentale, qui étoit plus grande après-midi que le matin. Si la même cauſe eût agi ſur une déclinaiſon orientale, celle-ci eût été moindre après-midi que le matin. M. *Harris* ne marque pas que cela a eu lieu, quoiqu'on trouve dans ſa Table trois obſervations de déclinaiſons orientales faites entre 27 & 31 degrés de latitude, & 80° & 77° 48′ de longitude à l'Oueſt de Londres.

FRANCE; *Montmorenci.*

§. 7. Je me propoſe de diſcuter ici en détail les obſervations ſur la variation diurne de l'Aiguille que le Père *Cotte* a faites à Montmorenci, depuis pluſieurs années. Il avouoit, en 1769 (*i*), qu'après avoir obſervé l'Aiguille, pendant plus d'un an, pour

§. 7. Obſervations du P. *Cotte.*

(*i*) Lettre du premier Janvier 1769, inſérée dans le Journal des Savans; *Mars 1769; Mai*, p. 104 de la réimpreſſion.

examiner les variations périodiques du matin au ſoir, il n'avoit pu conſtater la *régularité* de ces variations : mais il ajoute, que cela peut venir de ce que ſon Aiguille, qui n'a que 3 p. 4 l. n'eſt pas aſſez longue pour que ces petites variations y ſoient ſenſibles. Le Père *Cotte* a régulièrement publié ſes obſervations depuis 1770 : mais quoiqu'il ſe ſoit ſervi dès-lors d'une Aiguille de 10 p. très-bien ſuſpendue (*k*), il avoue que juſqu'en Septembre 1774, il n'avoit jamais pu vérifier la déclinaiſon diurne annoncée par les Anglois (*l*). Il ajoute, à la vérité, immédiatement auparavant que, juſqu'au premier de ce mois, il s'étoit contenté d'obſerver l'Aiguille le matin & le ſoir : & immédiatement après, qu'il s'eſt aſſuré que cette variation (de 2′ ou 3′ à l'O.) a lieu entre midi & deux heures : & qu'il eſt *aſſuré* que l'Aiguille éprouve à minuit, ou quelques heures après, quelque variation particulière. Comme le Père *Cotte* a donné ſon Journal détaillé depuis Septembre 1774, nous commencerons par diſcuter ces obſervations ; & nous examinons enſuite ce qu'on peut déduire de celles qu'il a faites avant ce tems.

§. 8. Rédaction de ces obſervations.

§. 8. Pour faire cette comparaiſon avec exactitude, je réduirai les mouvemens de l'Aiguille obſervés par le Père *Cotte* à neuf genres : & pour abréger, *matin*, *midi*, *ſoir*, déſigneront les déclinaiſons obſervées le matin, à midi, ou le ſoir.

I.	*genre.*	Matin plus petit que midi ; midi plus grand que ſoir.
II.	*genre.*	Matin plus petit que midi ; midi égal ſoir.
III.	*genre.*	Matin égal midi ; midi plus grand que ſoir.
IV.	*genre.*	Matin plus petit que midi ; midi plus petit que ſoir.
V.	*genre.*	Matin égal midi ; midi plus petit que ſoir.
VI.	*genre.*	Matin plus grand que midi ; midi égal ſoir.
VII.	*genre.*	Matin plus grand que midi ; midi plus grand que ſoir.
VIII.	*genre.*	Matin plus grand que midi ; midi plus petit que ſoir.
IX.	*genre.*	Matin égal midi ; midi égal ſoir.

(*k*) Journal des Savans ; *Juin 1771 ; Juillet*, p. 398 de la réimpreſſion.

(*l*) Ibid. *Janvier 1775*, à la ſuite des Obſervations pour Septembre 1774.

Or il eſt évident par la définition que nous avons donnée, ci-deſſus, (§. 1), du mouvement régulier diurne, 1.° Qu'il n'y a que le ſeul premier genre qui y ſoit entièrement conforme: 2.° Que les ſecond & troiſième n'y ſont qu'à moitié conformes: ils n'y ſont cependant pas contraires, parce qu'on peut ſuppoſer que l'Aiguille a recommencé un nouveau période peu avant l'obſervation du ſoir, ou peu après celle du matin, comme on en verra des exemples ci-après (§§. 38. *ſeq.* 73. *ſeq.*) On voit enfin 3.° Que tous les autres mouvemens ſont contraires à la variation diurne régulière: le cinquième indique que l'Aiguille va vers l'O.: les 6.e & le 7.e qu'elle va vers l'E: le 8.e eſt exactement & en tous points l'oppoſé du n.° 1: & le 9.e indique que l'Aiguille eſt ſtationnaire.

§. 9. Cela poſé, examinons combien fréquemment ces différens mouvemens ont eu lieu à Montmorenci, & déduiſons-en comment & juſqu'où la variation régulière y a été obſervée. §. 9. Première comparaiſon.

1774.											N.° 1.		
Mouvemens	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	Total.	*Max.*	*Min.*	Moy.
Septembre .	23		1		1	1			4	30	3′	1′	2.2′
Octobre . . .	5	1		1	7	4		9	4	31	10′	1′	5.8′
Novembre .		2	7		2	1		2	16	30			
Décembre .	1	2	2	2	3				21	31	2′		
Somme . . .	29	5	10	3	13	6		11	45	122	10′	1′	
Total	44			78						122			

On voit par-là qu'il n'y a que le ſeul mois de Septembre où l'on puiſſe dire que la variation diurne ait réellement eu lieu: & encore ſon *maximum* n'eſt-il que de 3′. En Octobre, le *maximum* a été deux fois de 10′ & une fois de 6′: mais le n.° 1 n'a eu, en tout, lieu que cinq fois.

1775.											N.° 1.		
Mouvem.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	Total.	*Max.*	*Min.*	Moy.
Janvier..	2	1	7		1				20	31	10′	5′	7.5
Février..	4	2	3		1				18	28	10′	3′	5.75
Mars....	7	3	5						16	31	13′	2′	5.33
Avril...	1				3				26	30			
Mai.....	2	1	5		1	2			20	31	12′	5′	8.5
Juin....	3	3			4	1	2	2	15	30	28′	5′	19
Juillet...	3	3	5	1	2	2	3		12	31	12′	5′	9
Août....	10	5	3	1		3		1	8	31	25′	2′	7.5
Septemb.	16	1	7	1			1		4	30	15′	4′	8.8
Octobre.	22	1	5	1					2	31	25′	3′	22
Novemb.	30									30	45′	15′	29.8
Décemb.	31									31	50′	20′	35.7
I. Trim...	13	6	15		2				54	90	13′	2′	6.19
II. Trim..	6	4	5		8	3	2	2	61	91	28′	10′	10
III. Trim.	29	9	13	3	2	5	4	1	24	92	25′	2′	8.33
IV. Trim.	83	1	5	1					2	92	50′	3′	29.2
Année...	131	20	40	4	12	8	6	3	141	365	50′	2′	14.43
Somme..	191			174						365			

Sommes pour les Trimestres de 1775.					
	I. Trim.	II. Trim.	III. Trim.	IV. Trim.	Somme.
N.os 1, 2, 3,	34	15	53	89	191
N.os 4, 5, 6, 7, 8, 9,	56	76	39	3	174

§. 10. Conséquence. §. 10. Il suit évidemment de cette table, que si la variation diurne a quelquefois lieu à *Montmorenci*, elle n'y est bien moins que constante, & que des mouvemens entièrement opposés y ont lieu le plus souvent. Il n'y a que six mois sur 16 dans lesquels la somme des trois premiers nombres ait prévalu sur celle des mouvemens contraires : en Novembre & en Décembre 1775, le mouvement a toujours été très-régulier, & presque toujours en Octobre.

§. 11. J'ai cru devoir auſſi me donner la peine de prendre un terme moyen pour les trois époques des obſervations de chaque mois, en additionnant toutes les obſervations, & en diviſant leur ſomme par leur nombre. En voici la table. §. 11. Seconde comparaiſon.

1774.	Matin.		Midi.		Soir.		1775.	Matin.		Midi.		Soir.	
Septemb.	20°		20°	1.7	19°	29.8	Janvier..	19°	58.1	19°	57.5	19°	56.3
Octobre.		0.9		1.2	20°	1.7	Février..		58.6		59.5		58.2
Novemb.	19°	44.7	19°	44.7	19°	43.8	Mars....		59.6		59.9		57
Décemb.		48.9		50.8		50.9	Avril....	20°	0.33	20°	0.67	20°	0.37
Déc.moy.	19°	53.6	19°	54.6	19°	54.1	Mai.....	19°	57.17	19°	57.39	19°	56.8
IV. Trim.		51.5		52.2		52..	Juin.....		24.9		25.6		25.2
							Juillet...	19°	18.32	15°	19.3	19°	17.13
							Août....		31.42		34.55		32
							Septemb.		35.5		38.4		32.6
							Octobre.		39.01		44.9		36.01
							Novemb.		37.02		50.8		20.8
							Décemb.		28.8		49.7		16.01
							I.Trim...	19°	58.8		59		57.2
							II. Trim..		47.47		47.89		46.4
							III. Trim.		28.41		30.75		27.24
							IV. Trim.		34.94		48.47		24.27
							I. Semeſt.		53.14		53.44		51.8
							II. Sem. .		31.67		39.61		25.75
							Année . .		40.7		48.4		36.07

On voit donc, 1.° Qu'il n'y a eu pour 1774, que le ſeul mois de Septembre où le mouvement diurne ait réellement eu lieu, & que c'eſt par ſa ſeule prépondérance, qu'on trouve quelque veſtige de ce mouvement dans les termes moyens de ces quatre mois.

On voit, 2.° Que le mouvement régulier n'a pas eu lieu pour les termes moyens de tous les mois, & qu'il eſt même très-foible pour pluſieurs de ceux dans leſquels il a eu lieu : qu'il a cependant été obſervé conſtamment depuis Février 1775. Auſſi

la variation diurne est-elle en général très-petite, jusqu'au mois d'Octobre, qu'elle commence à être extrêmement grande.

§. 12. Troisième comparaison.

§. 12. On voit, dans la table du §. 9, les termes moyens de la variation diurne pour les jours auxquels elle a été régulière. Si l'on prend les variations de tous les jours quelconques, on aura la table suivante.

1774.	V.d.moy.	1775.	V.d.moy.	1775.	V.d.Moy.
Septemb.	1.53	Janvier..	1.7	Juillet...	4.07
Octobre .	2.4	Février..	1.8	Août....	5.16
Novemb.	1.5	Mars....	2.3	Septemb.	7
Décemb.	1.5	Avril ...	0.5	Octobre..	13.3
Moyen..	1.8	Mai.....	1.4	Novemb.	29.8
		Juin	7.03	Décemb.	35.7
		I. Trim...	1.9	III. Trim.	5.41
		II. Trim..	2.97	IV. Trim.	26.27
		I. Sem...	2.43	II. Sem. .	15.84
				Année...	10.13

§. 13. Autres observations du P. *Cotte*.

§. 13. Si l'on consulte les observations que le Père *Cotte* a faites depuis 1770, jusqu'en Septembre 1775, on sera porté à croire que la variation est très-petite à Montmorenci. Ce Physicien a trouvé que l'Aiguille n'a quelquefois pas de variations sensibles pendant des mois entiers, ou une grande partie de mois, *(m)* tandis que d'autres fois elle a changé de jour à autre *(n)*,

(m) Ceci a eu lieu en Janvier, Février, Mars, Juin (excepté le premier & le 2) 1771; du 7 au 31 Janvier, du premier au 26 Février, du premier au 20 Mai, du 15 au 31 Juillet, en Août, 1772; Janvier, Février, Mars, Septembre, Octobre, 1773; en Janvier, du premier au 16 Février 1774.

(n) Ceci a eu lieu en Avril, Mai, Juin, Juillet, Août, Septembre, Octobre, Novembre, 1771; le premier & 7 Janvier, le 26 & 27 Février, en Mars, Avril, à la fin de Mai, en Juin, du premier au 15 Juillet, 1772; en

mais sans qu'il y soit fait mention d'aucune variation périodique. Il n'y a que 51 observations dans lesquelles le Père *Cotte* marque que la déclinaison a changé dans un même jour, savoir:

Le 1, 2, 11 Septembre 1771, l'Aiguille varia de 10′ du matin au soir.

Du 29 Février 1772, au premier Mars, au matin, elle changea de 5′.

Le 6 Mars 1772, elle varia de 5′ dans la journée: il y avoit eu, le matin, une petite Aurore boréale.

En Juin 1772, l'Aiguille a varié presque tous les jours, & très-souvent, du matin au soir, de 5 ou 10′.

Le 23 Mai 1773, l'Aiguille déclinoit de 19° 50′, à 8 h. du matin, & de 20°, à 8 h. du soir.

Le 20 Juillet, elle déclinoit de 20°, à 8 h. du matin, & de 20° 5′, à 2 h. du soir.

Le 13 Août, elle marquoit, à 2 h. du soir, 20° 10′; à 6 h. 20°.

Le 25 Août, elle varia de 5′ pendant un orage.

Le 18 Août, elle marquoit, à 2 h. du soir, 20° 10′; à 7 h. 20° 15′: il y eut un violent orage.

Le 3 Septembre, l'Aiguille déclinoit, le matin, de 19° 50′; le soir, de 20°.

Le 28 Février 1774, l'Aiguille marquoit, au matin, 19° 50′; au soir, 19° 54′.

Janvier, Février, Mars, Avril, Mai, Juin, Juillet, Août, Septembre, à la fin d'Octobre, en Novembre, Décembre, 1773; à la fin de Février, en Mars, Avril, Mai, Juin, Juillet & Août, 1774.

1774.									
Mars.	Matin.	Soir.	Mai.	Matin.	Soir.	Août.	Matin.	Midi.	Soir.
Le 2	20° "'	19° 50'	Le 12	"° 10'	"° 5'	Le 24	19° 55'	19° 57'	19° 50'
3	19 50	19 40	14	" 5	" "	25	" 55	20 "	" 55
5	19 50	20 "	28	" 5	" 10	26	" 55	19 57	" 57
28	" 55	19 50	Juin.			27	" 55	" 57	" 55
29	" 45	" 55				29	" 55	20 "	20 "
Avril.			Le 21	20° 5'	20° "'	31	20 2	20 2	20 "
Le 4	"° 55'	20° "'	28	" 5	" "				
12	" 55	" "	Juill.						
13	20 "	" 5	Le 9	"° 5'	"° 15'				
14	20 5	" "	17	" 5	" 3				
16	20 "	20 5	25	" 5	" 10				
20	" 3	" "	20	" 15	" 10				
23	" 5	" 10	Août.						
30	" "	" 5							
Mai.			Le 5	"° 5'	" 3				
			8	" 3	" 5				
Le 2	"° "'	19° 55'	11	" 3	" 10				
4	" "	20 10	15	" 10	" "				
5	" 10	" 5	16	" 5	" 10				
10	" "	" 15	21	19 55	19 50				
11	" 15	" 10	23	20 "	" 50				

Mais il eſt viſible qu'il n'y a, dans tout cela, que peu de traces de variation diurne régulière.

§. 14. Concluſion.

§. 14. Je crois pouvoir conclure de cet examen détaillé des obſervations du Père *Cotte*, 1.° Que la variation diurne réglée a eu très-peu lieu à *Montmorenci* juſqu'en Septembre 1771 : 2.° Qu'elle a été en général juſqu'alors petite & peu réglée *(o)*. J'ai

(o) Cette concluſion eſt fort différente de celle que le P. *Cotte* a déduite de ſes propres obſervations ; car il ajoute, à la fin de celles pour Août 1775 : « Il paroît donc, 1.° Que la déclinaiſon, vers l'Oueſt, eſt plus grande à » midi que le matin, de 2' 4". 2.° Qu'elle eſt plus grande à midi que le ſoir, » de 2' 29". 3.° Qu'elle eſt plus grande le matin que le ſoir de 29" ; & voici les nombres moyens qu'il donne : Matin, 19° 46' 12" ; midi, 19° 48' 16" ; ſoir, 19° 45' 47". Mais il me ſemble, que la ſeule conſidération des nombres moyens ne ſuffit pas pour établir la réalité du mouvement diurne, quand celui-ci n'a pas lieu ordinairement ; il ſuffit de deux ou trois variations extrêmement grandes, pour faire que le terme moyen *du midi*, ſoit plus grand que celui *du matin* ou *du ſoir* ; & c'eſt en effet ce qui a lieu en Juillet & Août

yu,

vu plus d'une fois en Été des variations diurnes réglées beaucoup plus grandes, que la plus grande variation annuelle que le Père *Cotte* ait observée à *Montmorenci*, avant le mois de Septembre 1775.

Brest.

§. 15. Je vois, par le *Journal des Savans* de Novembre 1775, que M. *Blondeau* s'est occupé de la variation diurne de l'Aiguille. Voici ce qu'on y trouve sur ce sujet. §. 15. Observations de M. *Blondeau*.

« M. *Blondeau*, habile Professeur de Mathématiques à Brest, » ayant continué de faire des observations suivies avec une Ai- » guille aimantée d'environ 13 pouces, à chappe d'agate, qui » tourne sur un pivot d'acier trempé, s'est assuré depuis plusieurs » mois que l'Aiguille se porte vers l'O. depuis le matin jusqu'à 4 » ou 5 heures du soir, & revient ensuite vers l'E. L'amplitude » totale de l'arc décrit, est quelquefois de 30′ & plus. Le tems » du plus grand écart n'est pas fixe. Le 21 de Juillet, un matin, » elle étoit de 17′ à 18′ à l'O. à midi de 18′ du même côté: » à 8 h. du soir, dans sa direction moyenne. »

1775, où ces variations ont été de 28′ & de 25′: tout ce qui suit de cette prépondérance des déclinaisons moyennes pour midi, sur celles du matin & du soir, est, que les jours où le mouvement réglé a lieu, sont ceux où les variations du matin à midi, & du midi au soir, sont plus grandes; ce qui pourroit indiquer une trace de mouvement réglé, & faire croire que ce mouvement est effacé les autres jours par des causes étrangères, qui agissent alors avec plus de force; mais il ne me paroît pas que cela prouve la réalité du mouvement diurne même. C'est à regret que je m'éloigne ici des idées d'un aussi bon Observateur que le P. *Cotte*, sur-tout parce qu'il s'agit de ses propres observations, qu'il est plus en état d'apprécier que personne; mais j'expose mes preuves, ou, si l'on veut, mes doutes: ce qui les confirme, c'est que la régularité des nombres moyens n'est nullement proportionnelle au nombre des jours où le mouvement régulier a lieu: cette régularité des nombres moyens est, par exemple, beaucoup plus grande pour le second trimestre de 1775, que pour les quatre derniers mois de 1774, & cependant le nombre des jours réguliers n'est que de 15, au lieu qu'il est de 44 dans le premier cas, ou, si l'on réduit tout au même nombre des jours d'observations, savoir, 122; les nombres de jours réguliers seront entr'eux comme 29 à 44.

S'il étoit permis de déduire quelque chose d'un exposé aussi court, je dirois, 1.° Que l'Aiguille est sujette à de plus grandes variations à Brest qu'à Montmorenci : 2.° Que le moment du *maximum* y arrive plus tard, que dans plusieurs autres endroits où la variation diurne a constamment lieu d'une façon très-réglée. 3.° Que cette variation n'a sûrement pas lieu à Brest sans irrégularités : l'observation, par exemple, du 21 Juillet, est contraire à la variation diurne : elle appartient au n.° 7, dont il a été parlé §. 8. Mais il faudroit avoir un plus grand détail de ces observations pour asseoir un jugement assuré. A plus forte raison devroit-on en avoir un beaucoup plus grand nombre pour pouvoir dire ce qui a lieu en France en général.

Londres.

§. 16. Observations de M. *Graham.*

§. 16. Vers la fin de 1722, & au commencement de 1723, M. *Graham* a fait, à Londres, un très-grand nombre d'observations sur la variation de l'Aiguille, en employant trois Aiguilles différentes *(p)*. Nous avons déjà fait quelque mention de ces Expériences, (I. Part. §. 347. *seq.*) & nous avons vu qu'il y avoit eu des Aurores boréales les jours que les agitations ont été irrégulières, ou quelques jours avant ou après. On sait aujourd'hui quelle est l'action de ce météore sur l'Aiguille. Cette cause dont M. *Graham* ne soupçonnoit pas l'influence, se combine avec les résultats des variations diurnes, & on ne sauroit les séparer faute d'avoir le Journal même de l'Observateur. Il est arrivé plus d'une fois à M. *Graham* de remarquer, à Londres, des variations irrégulières sans faire mention d'Aurores boréales, qui cependant paroissoient alors en Suède, & y agitoient l'Aiguille *(q)*. Il en résulte que les observations de M. *Graham* ne sauroient servir à

(p) Phil. Transf. n.° 383, *Vol. XXXIII*, p. 96.

(q) On en trouve un exemple dans une Lettre de M. *Graham*, imprimée dans les Mémoires de Suède de 1746, *Tome IX*: le 5 Avril 1741, M. *Graham* observa une agitation irrégulière à Londres : MM. *Celsius* & *Horter* en observèrent une semblable à Upsal, qu'accompagnoit une très-forte Aurore boréale.

déterminer la grandeur de la variation diurne. Voici à quoi se réduisent leurs résultats.

§. 17. M. *Graham* a observé; §. 17. Résultats.

1.° Que la déclinaison de l'Aiguille change non-seulement chaque jour, mais souvent à différentes heures du jour.

2.° Que ce changement se monte quelquefois à un demi-degré en un jour, même en peu d'heures.

3.° Qu'il y a eu quelquefois des changemens très-sensibles en peu de minutes.

4.° Qu'en général, la déclinaison a été la plus grande entre midi & quatre heures du soir, & la plus petite environ à 6 ou 7 heures du soir. Il est donc probable que l'Aiguille retournoit vers l'O. après cette heure-là.

Nous ne rapporterons pas les observations des 8, 9, 10 & 3 Mars, des 5, 15, 16, 17 Avril, des 2, 3, 4, 5 Mai, v. st. parce que les agitations de l'Aiguille sont manifestement irrégulières, quoiqu'on observe encore des traces très-sensibles de variation régulière diurne dans plusieurs d'entr'elles. Je dirai seulement que M. *Graham* a fait plus de mille observations du 6 Février au 10 Mai.

§. 18. M. *Canton* a fait, en 1756, plus de 4000 observations, qui prouvent évidemment qu'à Londres l'Aiguille est sujette à une variation diurne considérable. Il a donné le détail de l'année 1759 *(r)*. J'en ferai usage quand je comparerai ces observations avec les miennes. Je me contenterai de rapporter actuellement le résultat général de ces observations faites avec une Aiguille de 9 pouces. §. 18. Observations de M. *Canton*.

De 603 jours qu'on a employé à ces observations, il y en a eu

(r) Phil. Transf. Vol. LI, *p. 398.*

574 pendant lesquelles la variation a été régulière, c'est-à-dire, que la déclinaison augmentoit vers l'O. depuis 8 à 9 heures du matin jusqu'à 1 ou 2 heures du soir : l'Aiguille est alors stationnaire pour quelque tems : après quoi, elle revient *pendant la nuit*, ou le *lendemain matin*, à la première station, ou à-peu-près.

La variation a été irrégulière les autres 29 jours, c'est-à-dire, que l'Aiguille s'est mue vers l'E. le matin, ou vers l'O. dans la soirée : ou qu'elle s'est beaucoup mue vers l'un ou l'autre côté pendant la nuit, ou qu'elle a varié promptement & en peu de tems des deux côtés. Ces irrégularités n'ont guères eu lieu qu'une ou deux fois par mois.

§. 19. Table des variations.

§. 19. La table suivante indique la variation diurne moyenne pour chaque mois de l'année 1759.

Janvier..	7′ 8″	Juillet...	13′ 14″	I. Sem......	11′ 2″
Février..	8′ 58″	Août....	12′ 19″	II. Sem.	10′ 29″
Mars....	11′ 17″	Septemb.	11′ 43″	Année......	10′ 45″
Avril....	12′ 26″	Octobre.	10′ 36″	I. IV. Trim. .	8′ 51″
Mai.....	13′	Novemb.	8′ 9″	II. III. Trim.	12′ 40″
Juin.....	13′ 21″	Décemb.	6′ 58″		
I. Trim. .	9′ 8″	III. Trim.	12′ 25		
II. Trim..	12′ 56″	IV. Trim.	8′ 34″		

§. 20. Comparaison avec les observations de M. *Graham.*

§. 20. Si l'on compare ces observations avec celles de M. *Graham*, on y trouvera quelques différences, 1.° Dans l'heure du *maximum* : 2.° Dans celle du *minimum*. M. *Graham* fixe cette heure en général, & par conséquent, suivant ce qui a lieu le *plus souvent* à 7 ou 8 heures du soir, & M. *Canton* ne la détermine que dans la nuit.

Je remarquerai encore, sur la grande régularité de cette variation diurne que les observations de M. *Canton* ne paroissent pas assez nombreuses pour l'établir. il faudroit observer l'Aiguille au moins d'heure en heure. Il est possible que M. *Canton* le fut

apperçu alors de cette irrégularité apparente. Or les obſervations de 1759, en y comprenant celles qui ont été faites pendant l'apparition d'aurores boréales, ne ſe montent qu'à 2560, ce qui ne fait que ſept obſervations par jour. Il y a plus; les heures auxquelles les petites irrégularités (au moins apparentes) ont ordinairement lieu, ſont, comme on le verra ci-après, (§. 73. *ſeq.*) préciſément celles auxquelles M. *Canton* n'a obſervé que rarement. Mais la variation horaire périodique n'en eſt pas conſtatée avec moins de certitude.

§. 21. On trouve, dans le 65.e Volume des *Tranſactions Philoſophiques*, p. 165, des obſervations faites le matin, à midi, à 2 heures, & le ſoir, depuis le 23 Août juſqu'au 5 de Septembre 1774. De ces 13 jours il y en a 8 qui donnent une variation régulière, & le *maximum* de la déclinaiſon quatre fois à midi, trois fois à midi & à deux heures, & une fois à deux heures. L'Aiguille s'eſt mue deux fois tout le jour à l'E.: une fois la déclinaiſon a été plus petite à midi que le matin, mais plus grande à deux heures qu'à midi, ou le matin, ou le ſoir: & une fois la déclinaiſon a été plus petite à deux heures, & le matin qu'à midi, mais plus grande le ſoir qu'à deux heures: de ſorte que la variation diurne réglée a été la plus fréquente: auſſi eſt-ce celle qu'on retrouve dans les nombres moyens, qui ſont: (ſ) matin, 21° 15'; midi, 21° 33'; deux heures, 21° 28'; ſoir, 21° 17; de ſorte que le *maximum* eſt, en général, arrivé à midi.

§. 21. Autres obſervations.

§. 22. En comparant ces obſervations avec celles que le Père *Cotte* a faites à Montmorenci, il eſt aiſé de s'appercevoir que l'Aiguille eſt à Londres beaucoup plus ſujette à une variation diurne réglée, qu'à Montmorenci: que les changemens y ſont auſſi beaucoup plus conſidérables. Il me paroît important de faire attention à ces différences entre des obſervations, qui ont ſûrement été faites, de part & d'autre, avec tout le ſoin poſſible.

§. 22. Comparaiſon de ces obſervations, à celles de Montmorenci.

(ſ) Il faut retrancher 10' pour l'erreur de l'inſtrument.

HOLLANDE ; *Leiden.*

§. 23. Observations de M. *Musschenbroek.*

§. 23. M. *Musschenbroek*, qui a observé l'Aiguille magnétique avec beaucoup de soin pendant un grand nombre d'années, n'a cependant pas pu trouver de variation diurne réglée à Leiden. Voici ses propres termes, qu'il me paroît nécessaire de rapporter *(t)*.

« A Leiden, l'Aiguille n'est presque jamais tranquille pendant » quelques minutes : mais elle est dans une agitation continuelle. » Souvent la déclinaison vers l'Ouest est la plus grande à une » heure ou à deux heures après minuit : elle décroît pendant tout » le jour & le soir : elle augmente de nouveau pendant la nuit, » tantôt plus, tantôt moins, de façon que la différence diurne » est tantôt de 15′, tantôt seulement de 5′. Quelquefois la di- » rection est la même le matin & à midi, ou à midi & le soir : » elle est quelquefois au *maximum* à midi, & décroît jusques » bien avant dans la nuit : de sorte que les variations diurnes ne » sont pas régulières à Leiden, autant que j'ai pu l'observer pen- » dant beaucoup d'années. »

Les observations de M. *Musschenbroek*, qui n'ont été publiées ni en détail, ni par extrait, mais dont ce Physicien s'est contenté de donner le résultat vague & général que nous venons de rapporter, ne m'ont jamais paru suffire pour en conclure que la variation réglée n'a pas lieu en Hollande. Toutes les irrégularités dont M. *Musschenbroek* fait mention, pourroient avoir lieu sans porter atteinte à la variation réglée même, si on supposoit à celle-ci un double période diurne, comme nous verrons ci-après (§. 38), que cela a lieu en Suède.

§. 24. Observations de l'Auteur.

§. 24. Comme j'ai été obligé de faire un voyage en Hollande

(t) Introductio ad Phil. Natur. §. 963.

pendant l'Eté de 1775, & qu'il m'a paru important de constater, si la variation diurne a lieu en Hollande, j'ai cru que je rendrois le séjour que j'aurois à faire à la Haye & à Leiden plus utile, si j'y employois à observer l'Aiguille, tout le tems dont je pourrois disposer. Je me suis donc muni de la Boussole, n.° 3, faite selon mes principes, & dont j'ai donné la description ci-dessus (§. 337. Partie I.) J'avois éprouvé cette Boussole chez moi pendant quelque tems, & je savois qu'elle y étoit sujette à une variation diurne réglée. J'ai été secondé dans mes observations en Hollande par un Ami, zélé pour la Physique, & qui, non-seulement, a partagé mes travaux, mais qui s'est même chargé de faire à la Haye des observations suivies pendant toutes les heures du jour. Je commencerai par détailler ce que j'ai observé à Leiden, quoique cette ville soit un peu plus boréale que la Haye; mais la différence est trop petite pour y avoir égard.

§. 25. On a commencé ces observations le 18 de Juillet, & elles ont été continuées sans interruption jusqu'au 27 d'Août inclusivement, & par conséquent pendant 41 jours. La Boussole a été placée dans une vaste chambre, pavée, au rez-de-chaussée, & où le soleil ne donnoit guères. On a commencé à 6 heures du matin, & fini à onze heures du soir. Je n'ai pas été à même de pouvoir déterminer la véritable déclinaison de l'Aiguille: de sorte que je me suis contenté d'une position relative, ce qui suffisoit à mon but. Je ne marquerai donc que les minutes qu'indiquoit l'Aiguille au-dessus d'un degré quelconque, pris arbitrairement. On a fait, pendant ces 41 jours, 715 observations, de sorte qu'on n'a pas négligé, l'un portant l'autre, une observation par jour. La plus grande omission est de 11 observations à 7 heures du soir. La variation diurne régulière a eu lieu d'une façon très-marquée. On en jugera par les tables suivantes, qui contiennent les termes moyens de chaque heure pour les 14 derniers jours de Juillet, & les 27 premiers jours d'Août.

§. 25. Premier résultat.

Juillet.																		
[illegible]	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.
Moyen	26.93	28.33	28.66	29.46	[illegible]	[illegible]	33.4	[illegible]	33.42	32.9	[illegible]	[illegible]	[illegible]	27	[illegible]	[illegible]	[illegible]	26.55
[illegible]		1.30	0.43	0.80	0.04	0.93	[illegible]	1.17	[illegible]	[illegible]	[illegible]	− 3.13	− 0.32	− 0.3	+ [illegible]	[illegible]	+ [illegible]	− [illegible]
Août.																		
[illegible]	[illegible]	[illegible]	29.44	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	35.25	[illegible]	34.1	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	29.83
[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0.37	− 1.53	− 1.44	− 1.06	− 1.50	− 0.83	− 0.56	+ 0.44	+ 0.68

Ces déclinaiſons moyennes indiquent donc, 1.° Une variation horaire bien diſtincte, & aſſez forte, puiſque du matin au *maximum*, la différence entre les déclinaiſons moyennes a été de 6.64′ en Juillet, & de 7.13′ en Août. 2.° Que vers les 8 ou 10 heures du ſoir l'Aiguille s'eſt de nouveau un peu mue vers l'O. Ce qui indiqueroit le commencement d'un ſecond période : mais c'eſt un fait que nous diſcuterons dans le Chapitre ſuivant. De ces 41 jours il n'y en a aucun où la variation diurne réglée n'ait eu lieu, excepté le 27 d'Août. A la vérité, il y a eu quelquefois des irrégularités de deux ou trois minutes. Mais c'eſt une diſcuſſion dans laquelle nous entrerons ci-après.

§. 26. Second réſultat.

§. 26. Pour donner une idée encore plus claire de ce mouvement réglé, j'ajouterai qu'en Juillet, l'heure du *maximum* a eu lieu 11 fois entre 12 h. & 4 h. : une fois à 11 h. & une fois à 11 h. du matin, & à 9 heures du ſoir. Hors de-là le *maximum* n'a jamais eu lieu au-delà de 4 h. du ſoir. En Août, le *maximum* a eu lieu 23 fois entre midi & 4 h., jamais plus tard : & une fois à 7 h. une à 8 h. une fois à 9 h. & à 2 h. & une fois à 11 h.

Enfin, pour faire voir quelle eſt la grandeur de ce mouvement diurne, j'ajoute ci-contre deux Tables : la première colonne (A), indique la variation diurne totale ; la ſeconde (B), celle du matin, au *maximum* ; la troiſième (C), celle du *maximum*, au ſoir ; la quatrième (F), la plus grande différence qu'il y a eu chaque jour entre deux heures conſécutives.

Juillet.

Juillet.					Août.				
	A	B	C	F		A	B	C	F
Max.	19.5	13.5	19.5	14	*Max.*	20	15	13	12.5
Min..	6	3	6.5	2.5	*Min.*.	4.5	3	2	3
Diff..	13.5	10.5	13	11.5	Diff..	15.5	14	11	7.75
Moy..	12.8	9.21	12.19	8.25	Moy..	11.65	8.37	7.07	6.2

§. 27. La variation diurne réglée a donc eu lieu à Leiden d'une façon très-marquée pendant les 41 jours qu'on y a fait des obſervations. Mais, peut-on en conclure que ce phénomène y a toujours lieu ? C'eſt ce que je n'oſe décider, ſur-tout puiſqu'on a vu, ci-deſſus, que cette variation a été très-ſenſible, & très-fréquente à Montmorenci en Septembre 1774, & qu'elle y a été beaucoup plus rare & plus irrégulière dans les mois ſuivans : qu'elle y eſt redevenue conſtante en Octobre, Novembre, & Décembre 1775. §. 27. Concluſion.

J'ajouterai encore qu'on a eu, pour la déclinaiſon relative,

En Juillet, *Maxim.*	38·5′	En Août, *Maxim.*	42′
Minim.	18′	*Minim.*	17′
Differ...	20·5′	Differ...	25′
Moyen.	28·63	Moyen.	35·71½

La Haye.

§. 28. Ces obſervations ont été faites avec la même Bouſſole; on a été dans l'impoſſibilité de déterminer la vraie déclinaiſon. Je me ſervirai donc de la relative, qui ſuffit pour mon but actuel. J'ai fait moi-même ces obſervations du 6 juſqu'au 17 de Juillet. Enſuite l'ami dont j'ai parlé les a recommencées le 5 de Septembre, & il les a continuées ſans interruption. §. 28.

Dans le Chapitre ſuivant, nous diſcuterons en détail les obſervations qu'on a faites à la Haye pendant ſept mois : il ſuffira d'en indiquer ici les réſultats les plus généraux.

La variation diurne y a été très-réglée du *6* au 17 de Juillet 1775, à commencer en général à 9 heures du matin : car l'Aiguille s'approchoit vers l'E. de *6* à 9 heures du matin, & pouvoit être censée finir alors un période, comme nous le dirons plûs amplement ci-après. La même chose a eu lieu en Septembre & en Octobre. En Novembre, la variation diurne a été moins fréquente, moins constante, & sujette à beaucoup d'irrégularités. Elle n'a pas eu lieu fréquemment en Décembre : l'Aiguille a été sujette à beaucoup d'irrégularités, qui ont *troublé* & quelquefois effacé la variation régulière : je dis *troublé*, car on voit encore, parmi les grandes irrégularités qui ont eu lieu, des traces bien sensibles de la variation régulière; & cela, quoique ces irrégularités aient été assez considérables pour ne pas se détruire dans les nombres moyens, qui n'indiquent guères de mouvemens réguliers. Il est aisé de s'appercevoir, 1.° Que les irrégularités ont été fréquentes, puisque le *maximum* n'a eu lieu que sept fois entre midi & quatre heures, qui sont les heures ordinaires du *maximum* pour les mouvemens réguliers. En Décembre, le *maximum* a seulement eu lieu neuf fois entre midi & 4 heures. Mais, 2.° le mouvement régulier a eu le dessus en général, puisqu'en Novembre & Décembre, il n'y a eu, pour chacun de ces mois, qu'onze jours de mouvemens opposés aux mouvemens réguliers. Cette irrégularité a continué en Janvier : mais elle a été beaucoup moindre ; à consulter même les nombres moyens, il sembleroit que l'Aiguille ait fait deux ou trois périodes par jour, comme cela paroitroit avoir eu lieu aussi en Février, pour les heures après midi. L'irrégularité a cependant été moindre en Février qu'en Janvier : car le *maximum* y a eu lieu dix fois entre midi & quatre heures, & seulement cinq fois à des heures irrégulières, au lieu qu'en Janvier il n'a eu lieu que neuf fois entre midi & quatre heures, & huit fois à des heures irrégulières. D'ailleurs le nombre de mouvemens opposés au mouvement régulier, a été de 15 en Janvier, & seulement de 2 en Février.

En Mars, le mouvement régulier a repris tous ses droits, & il n'a plus été question d'irrégularités sensibles. Il suffit de jeter les yeux sur les quatre parties de la Table, pour faire aisément cette comparaison. Je n'indique ici que ces résultats très-généraux, parce que, comme je l'ai dit, tous ces points seront amplement discutés dans les Chapitres suivans.

Le mouvement a continué d'être des plus réguliers en Avril, Mai & Juin : il suffira, pour s'en convaincre, d'ajouter ici un supplément à la seconde partie du n.° 3, & au n.° 4 de la Table XLII.

Heures du *maximum*.					
1776.	Avant midi.	Entre 2 & 4 h.	Aprés 4 h.	Irrégul.	Somm.
Avril...	1	27	1	1	20
Mai....		24	1	4	29
Juin....	2	25	2	1	30
II. Trim.	3	76	4	6	89
I. Trim.	19	45	11	13	91
I. Sem..	22	121	15	19	180

Sortes de mouvement.									
1776.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	Somm
Avril...	3	5	11	5			6		30
Mai....	8	1	16	4					29
Juin....	11	3	10	6					30
II. Trim.	22	9	37	15			6		89
I. Trim.	15	10	35	14	1	5	1	4	91
I. Sem. .	37	29	72	29	1	5	13	4	180

Cette Table fait voir la grande régularité du mouvement horaire diurne, même malgré les irrégularités des mois de Janvier & de Février.

§. 29. Il suit, de ces observations, qui sont très-nombreuses ; car elles se montent à 3753 pour 7 mois & 7 jours, & qui ont été faites avec tout le soin possible, qu'il arrive quelquefois que la variation diurne régulière de la même Aiguille, posée constamment dans le même endroit, a lieu pendant quelques mois de suite; qu'elle s'évanouit ensuite, ou qu'elle est du moins fortement troublée, pendant d'autres mois, pour reprendre après cela le dessus : ce qui est assez conforme à ce que nous avons dit qu'on observe à Montmorenci.

§. 29. Conséquence.

Sparendam (u).

§. 30. Observations de M. *Engelman.*

§. 30. Nous avons déjà dit que la variation diurne très-réglée, a eu lieu à Leiden d'une façon extrêmement sensible, depuis le 18 Juillet jusqu'à la fin d'Août, & à la Haye du 6 au 17 Juillet, & en Septembre, Octobre, Novembre 1775, & Mars 1776. Qui ne seroit donc porté à conclure que, dans le même-tems, cette variation auroit eu lieu à Sparendam, endroit si voisin des deux premiers? Des observations très-exactes ont prouvé le contraire. M. *Engelman*, qui en faisoit déjà une fois par jour, depuis 1762, a eu la bonté d'en faire sur la variation diurne, depuis le 11 Décembre 1773, & il les continue encore actuellement. Ces observations ont été faites en Décembre 1773, Janvier & Février 1774, depuis 9 h. du matin, & quelquefois depuis 8 h. jusqu'à 4 h. inclusivement. En Mars, de 7 h. du matin à 5 h. du soir: en Avril, Mai, Juin, Juillet, Août, & Septembre, de 6 h. du matin à 6 h. du soir inclusivement. En Octobre, de 7 à 5: en Novembre, Décembre 1774, & Janvier 1775, de 8 à 4. En Février, de 7 h. à 5 h. en Mars, de 6 h. à 6 h. en Avril, de 7 à 6: en Mai, Juin, Juillet, de 7 à 8: en Août & Septembre, de 6 à 8: en Octobre, de 6 à 9: en Novembre, de 7 à 9: & en Décembre, de 8 h. du matin à 9 h. du soir. On voit de-là que ces observations ont été faites chaque jour pendant une assez longue suite d'heures. On voit aussi que leur nombre est assez considérable: car il se monte à 92 du 11 au 31 Décembre 1773: à 2711 pour 1774, & à 4315 pour 1775, & par conséquent en tout à 7118. Aussi y a-t-il eu peu d'omissions en 1775, depuis le mois de Mars. Or ces

---

(*u*) Village, situé près de Haarlem.

obſervations ſi multipliées & ſi exactes ont fait voir, 1.° Que la variation diurne régulière n'a que peu lieu à Sparendam; &, 2.° Qu'un mouvement entièrement oppoſé y a lieu très-ſouvent.

§. 31. Comme il y a pluſieurs jours, ſur-tout en 1774, où l'on a fait trop peu d'obſervations, pour qu'on en puiſſe conclure quelque choſe, ſur la nature du mouvement de l'Aiguille, on a été obligé de négliger ces jours dans la rédaction qu'on a faite de ces obſervations. On a même négligé tout le mois de Janvier 1774 Il en réſulte que le nombre de jours eſt fort inégal dans les différens mois. C'eſt ce qui m'a engagé à faire une nouvelle rédaction, en ſuppoſant le nombre d'obſervations de chaque mois réduit à cent. J'ajouterai cependant le nombre vrai dans les Tables ſuivantes. §. 31. Explication des tables.

On a diſtingué ſix ſortes de mouvemens dans la rédaction de ces Aiguilles. 1.° Le mouvement régulier, ſous lequel on a compris celui qui a lieu quelquefois, & par lequel l'Aiguille s'approche d'abord un peu de l'Orient le matin, ou de nouveau de l'Occident le ſoir, ou bien fait l'un & l'autre en un jour. 2.° Quand l'Aiguille ſe meut toute la matinée vers l'E. juſques vers midi, ou après midi, & retourne le ſoir vers l'O. 3.° Quand l'Aiguille ſe meut tout le jour vers l'E. 4.° Quand elle ſe meut tout le jour vers l'O. 5.° Quand elle vacille ou balance irrégulièrement, que ce balancement ſoit grand ou petit, de façon qu'on ne ſauroit réduire le mouvement de l'Aiguille à aucun des genres précédens. Enfin, 6.° Quand l'Aiguille reſte tout le jour immobile. Or il eſt ſenſible que ces trois derniers genres ſont oppoſés au mouvement diurne réglé, & que le ſecond en eſt exactement le contraire. Voici donc la Table qui indique combien de fois chaque genre a eu lieu.

§. 32. Table d'observations.

§. 32.

1774.	N.° 2. Mat. E. soir O.	N.° 3. E.	N.° 4. O.	N.° 5. irrég.	N.° 6. imm.	Somme.	N.° 1. régul.	Somm.	[illegible]
Février..	38.4	23.1	23.1			84.6	15.4	100	11
Mars....	58.1	14.8	25.9	7.4		66.6	33.4	100	27
Avril...	40					50	50	100	26
Mai.....	44	4	4			52	48	100	25
Juin....	48.2	3.7	18.5	3.7		74.1	25.9	100	27
Juillet...	58.6	6.9	13.3			79.3	20.7	100	29
Août....	40	24	38			72	28	100	25
Septemb.	12.5	12.5	31			56	44	100	16
Octobre.	28.3	28.3	7		14.3	78.6	21.4	100	14
Novemb.	16	21	33.		4.2	75	25	100	24
Décemb.	15.2	7.6	38.6			61.4	38.6	100	26
2 mois...	56.9	37.9	49	7.4		151.2	48.8	200	40
II. Trim..	142.2	7.7	22.5	3.7		176.1	123.9	300	78
III. Trim.	111.1	43.4	52.8			207.3	92.7	300	70
IV. Trim.	59.5	56.9	78.6		18.5	215	85	300	64
Ann. de 11 m.	379.5	145.9	201.9	11.1	18.5	749.6	350.4	1100	352
1775.									
Janvier..	26.0	22.2	11.1	3.7		63	37	100	27
Février..	21		16.8	4.2		42	58	100	24
Mars....	23.3	6.7	13.3	3.3		46.6	53.4	100	30
Avril....	27.6	17.2	10.3	3.4		58.5	41.5	100	29
Mai.....	16.1	16.1	25.8	3.2		61.2	38.8	100	31
Juin.....	39.4	18	3.4		3.6	64.4	35.6	100	28
Juillet...	56.4	3.3			3.3	63	37	100	30
Août....	16.6		20.1			36.7	63.3	100	30
Sepremb.	6.7	10	10	20		46.7	53.3	100	30
Octobre.	3.3	10	13.3	6.7		33.3	66.7	100	30
Novemb.	10.7	17.8	3.5	3.5	3.5	39	61	100	28
Décemb.		19.4	29.1	9.7		58.2	41.8	100	31
I. Trim...	70.3	28.9	41.2	11.2		151.6	148.4	300	81
II. Trim..	83.1	51.3	39.5	6.6	3.6	184.1	115.9	300	88
III. Trim.	79.7	13.3	30.1	20	3.3	146.4	153.6	300	90
IV. Trim.	14.0	47.2	45.9	19.9	3.5	130.5	169.5	300	89
Année...	307.1	140.7	156.7	57.7	10.4	612.6	587.5	1200	348

§. 33. Il résulte évidemment de cette Table, 1.° Que la variation diurne n'est nullement constante à Sparendam : 2.° Qu'il y a des mois où elle a lieu plus souvent que dans d'autres. 3.° Qu'elle a eu lieu beaucoup plus souvent en 1775, qu'en 1774, & cela même pour chaque mois comparé à son correspondant. Le nombre des jours où la variation régulière a eu lieu est, en 1774, un peu moindre que le tiers, & en 1775, un peu moindre que la moitié de tous les jours. Il s'ensuit, 4.° Que les variations irrégulières ont prévalu sur les régulières : cette prépondérance a même été si forte, qu'en 1774, le seul n.° 2 a prévalu sur le n.° 1, & cela pendant cinq mois. En 1775, le n.° 2 n'a prévalu seul qu'en Juin & Juillet. §. 33. Premier résultat.

L'irrégularité de l'Aiguille est si forte à *Sparendam*, qu'on ne trouve guères de traces de quelque chose de régulier dans les nombres moyens, excepté en Novembre & en Décembre 1775, & même en Octobre, sur-tout si l'on prend les nombres moyens de deux en deux heures. Et en effet, il semble que le mouvement de l'Aiguille ait approché de plus en plus d'être régulier ; car, quoique le nombre des mouvemens irréguliers surpasse en Décembre celui des mouvemens réguliers, il est cependant notable que le n.° 2 n'a pas eu lieu une seule fois dans tout le mois.

Les observations des cinq premiers mois de cette année, confirment cette réflexion : on trouve même de la régularité dans les nombres moyens, sur-tout en Avril & en Mai, & aussi pour les autres mois, principalement si on prend les termes moyens de deux en deux heures. Voici la Table de ce qui a été observé ; elle servira de supplément à celle du §. 32.

1776.	N.° 2. Mat. E. soir O.	N.° 3. E.	N.° 4. O.	N.° 5. irrég.	N.° 6. imm.	Somme.	N.° 1. régul.	Somme.	Nombre vrai.
Janvier	13.8	31	10.3	3.5	6.9	65.5	34.5	100	9
Février	13.9	34	3.5	10.4	3.4	34.5	68.5	100	29
Mars..	3.2		3.2	19.9		25.7	74.3	100	31
Avril..	6.7					6.7	93.3	100	30
Mai...	9.6		6.5	6.5		28.7	74.3	100	31
Somme	47.2	65	23.5	39.7	10.3	158.1	341.9	500	150

Cette Table fait voir évidemment que le nombre des jours réguliers a beaucoup augmenté : voici la comparaiſon générale du nombre des jours réguliers, à celui des irréguliers.

En 1774, comme 749·6 à 350·4 = 2·1 à 1
I. Sem. 1775 .... 335·7 à 264·3 = 1·3 à 1
II. Sem. 1775 .... 276·9 à 323·1 = 0·86 à 1
5 mois 1776 .... 158·1 à 341·9 = 0·45 à 1

Quoique les heures du *maximum* aient été aſſez variables, elles l'ont cependant été moins que les deux années précédentes : en voici la Table, où j'ai réduit le nombre des obſervations à 1000 : on la peut comparer à la Table du §. 35, page 329.

Heur.	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Irré-gul.	De 6 à 11.	De 11 à 5.	Après 5 h.	Irré-gul.	Im-mob.	Heur. 1776.	
II. Tr.		13	80	21	47	47	40	180	87	73	60	100	60	53	7	13	93	167	487	233	93	20	1000	II Tr.

Il eſt donc inconteſtable que le mouvement de l'Aiguille devient peu-à-peu plus régulier, ou approche plus du mouvement qu'on obſerve à Londres, en Suède, & ici, & que nous nommons régulier.

§. 34. Second réſultat.

§. 34. J'ai étudié auſſi avec ſoin les obſervations de chaque jour de ces deux années : mais je n'ai pu trouver aucune régularité dans la façon dont les différens n.os du mouvement ſe ſuivent, ni dans la tranſition d'un n.o à un autre. De ſorte qu'il faut néceſſairement conclure de ces deux années d'obſervations, que l'Aiguille n'a été ſujette à aucun mouvement régulier à Sparendam, au moins conſtamment, & cela pendant 21 à 22 mois. La régularité a cependant un peu pris le deſſus en Octobre, Novembre, Décembre 1775. Du reſte en Décembre 1773, la variation régulière n'a pas eu lieu une ſeule fois : le n.o 2 a été obſervé huit fois : le n.o 3 quatre fois : & le n.o 4 trois fois.

§. 35. Troiſième réſultat.

§. 35. Tout ceci paroîtra encore plus clairement, ſi l'on fait attention aux heures auxquelles le *maximum* de la déclinaiſon diurne a lieu. Car ſi la variation diurne réglée avoit lieu ordinairement,

rement, ce *maximum* arriveroit le plus ſouvent aux mêmes heures, par exemple, entre midi & quatre ou cinq heures. Mais c'eſt ce qui n'a pas lieu à Sparendam, comme on le voit par la Table ſuivante, où je me ſuis contenté de mettre la ſomme des années, ce qui m'a paru ſuffire; j'ai réduit le nombre des obſervations à 1000. On doit ſeulement remarquer pour les heures qui précèdent huit heures du matin, & qui ſuivent quatre heures du ſoir, qu'on n'a pas toujours commencé à la même heure, comme nous l'avons dit §. 30. De plus, le nombre placé, ſous chaque heure, indique que le *maximum* eſt arrivé à cette heure préciſe, ou à celle-là & à quelques ſuivantes. Enfin la colonne irrégulière indique les jours où le *maximum* a eu lieu à pluſieurs heures fort diſtantes comme, par exemple, à 10 heures & à 3 heures: à 2 heures & à 6 heures, &c.

Heur.	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Irré-gul.	Somm.	De 6 à 11.	De 11 à 5.	Après 5 h.	Irré-gul.
1774	171	88	69	61	27	34	57	8	42	80	130	61	88				84	1000	416	351	149	84
1775	14	109	80	43	31	40	66	58	69	95	95	80	86	14	40	11	69	1000	307	423	231	69

On voit, par cette Table, 1.° Que le *maximum* arrive beaucoup moins ſouvent entre 11 heures & 5 heures, qu'aux autres heures. 2.° Que cela a ſur-tout eu lieu en 1774: car, en 1775, les nombres approchent plus de l'égalité.

Il eſt donc bien conſtaté que la variation horaire diurne, loin d'avoir conſtamment lieu à Sparendam, y eſt beaucoup moins fréquente que ne le ſont les mouvemens oppoſés.

§. 36. Je ne connois pas d'autres obſervations faites en Hollande ſur ce ſujet. M. *Engelman* en avoit déjà faites depuis 1762: M. *Duin* en a fait un grand nombre de 1735 à 1742, à Haarlem; & M. *Muſſchenbroek* en a faites à Utrecht de 1728 à 1736. Mais comme toutes ces obſervations n'ont été faites qu'une fois par jour, elles n'enſeignent rien au ſujet de la variation horaire que nous examinons. Nous en ferons uſage dans la ſuite pour un autre ſujet. §. 36. Concluſion.

Copenhague.

§. 37. Observations de M. *Lous*.

§. 37. M. *Lous* a fait quelques obſervations en 1765, 67, 68, 69, 70, 71, 72 : il a trouvé, 1.° Que l'Aiguille a une variation régulière lorſqu'elle n'eſt pas troublée par une Aurore boréale, de façon qu'elle approche le plus de l'E. vers huit heures du matin, & le plus de l'O. vers midi ou après-midi. 2.° Que ces variations montent à 20′ : 3.° Que l'Aiguille eſt quelquefois stationnaire en hiver, mais qu'elle commence à ſe mouvoir comme par ſaut en Mars & en Avril.

Au reſte, ces obſervations ne ſont pas nombreuſes: elles n'ont été faites que pendant 65 jours, & ne montent qu'à 220, les variations irrégulières y compriſes : ce qui ne fait pas quatre obſervations par jour (*v*).

Stokholm; *Upſal.*

§. 38. Observations de M. *Celſius*.

§. 38. C'eſt à MM. *Hiorter*, *Celſius* & *Wargentin* que nous devons les premières connoiſſances détaillées ſur la variation horaire de l'Aiguille.

Dès l'année 1740 (*w*), M. *Celſius* s'étoit propoſé d'examiner avec ſoin la variation diurne de l'Aiguille que quelques Phyſiciens, & en particulier *Sivendenborg*, nioient. Il employa une Aiguille, faite par *Graham*, longue d'un pied 2 lignes, large & épaiſſe d'une demi-ligne, à ſtile & à chappe de cuivre : il trouva, au moyen de cette Aiguille, que la déclinaiſon changeoit *toutes les heures*, & quelquefois de 27′ par jour.

§. 39. Observations de MM. *Cel*[illegible] *Hiorter*.

§. 39. Enſuite MM. *Celſius* & *Hiorter* ont fait plus de dix mille obſervations avec la même Aiguille, mais corrigée (*x*). Les obſervations ont fait voir, [illegible]

(*v*) *Tentam. de Compaſſu*, &c. p. 120, & ſeq.

(*w*) Mém. de Suède, *Tome II*, pp. 45-49 de la Traduction allemande.

(*x*) *Ibid.* Tome IX, p. 89, Année 1746.

1.° Que la déclinaison est la plus petite à 8 h. du matin, & la plus grande vers 2 heures du soir : que cela a encore lieu à 8 heures du soir, & à 6 heures du matin, mais qu'alors ces variations sont plus petites que de jour.

2.° Que ce changement est régulier, & de 5' par jour, quelquefois plus, quelquefois moins, mais avec des gradations.

3.° Qu'il y a eu des mois où ces variations ont été plus grandes vers l'E. & qu'il y en a d'autres où elles ont été plus grandes vers l'O.

La première de ces observations donne à connoître une double révolution périodique par jour; 1.° de l'E. à l'O. de 8 heures du matin à 2 heures du soir, & ensuite de l'O. à l'E. depuis 2 heures jusqu'à 8 heures : 2.° de l'E. à l'O. depuis 8 heures du soir à 6 heures du matin, & de l'O. à l'E. de 6 heures à 8 heures. Ce qui est conforme à ce que M. *Graham* avoit trouvé.

§. 40. Ces observations sont en partie confirmées par celles de M. *Wargentin* (y), qui a trouvé en 1750, §. 40. Observations de M. *Wargentin*.

1.° Qu'il y a, conformément aux observations de MM. *Graham*, *Celsius* & *Hiorter*, une variation diurne dans l'Aiguille, de façon que l'Aiguille se meut depuis 7 heures du matin jusqu'à 2 heures du soir vers l'O. & qu'elle retourne vers l'E. depuis 2 heures jusqu'à 8 heures, de sorte qu'elle marque à-peu-près le même point à 8 heures du soir qu'à 6 heures du matin, mais un peu plus vers l'E.

2.° Que cette variation diurne est régulière & constante, à moins qu'elle ne soit troublée par la présence ou l'approche d'une Aurore boréale.

3.° Que l'Aiguille reste, après 9 heures du soir, à-peu-près

(y) *Phil. Transf.* Vol. XLVII, *p. 126.* Cette même Lettre se trouve, avec quelques Additions, dans les Mémoires de Suède, *Année 1753*, Tome XII, pp. 54-60.

tranquille pendant la nuit. M. *Wargentin* dit qu'il n'a pas trouvé l'Aiguille de 2′ plus à l'O. minuit, qu'à 9 heures, qu'elle retourne cependant un peu à l'E. le matin jusqu'à 7 ou 8 heures. M. *Wargentin* n'a pas osé affirmer que l'Aiguille ait plus d'une révolution périodique par jour. Il ne révoque pourtant pas en doute les observations de M. *Hiorter*, sur-tout parce qu'il a trouvé lui-même que les variations nocturnes sont plus petites que les diurnes.

Comme toutes ces observations ont été faites avec la même exactitude, il en résulte, que les limites du mouvement périodique, les heures de son *maximum* & de son *minimum*, enfin sa grandeur, ne sont pas toujours égales.

Pétersbourg.

§. 41. Observations de M. *Braun.*

§. 41. Je me crois fondé à penser que la variation diurne n'a pas lieu à Pétersbourg; ou du moins, si elle y a lieu, qu'elle y est très-petite. Voici mes raisons.

1.° La déclinaison change très-peu à Pétersbourg: car elle fut trouvée la même en 1754 & 1758, & peu différente de ce qu'elle étoit en 1741 *(z)*.

2.° M. *Braun* parle d'un *mouvement oscillatoire*, qu'il a découvert dans l'Aiguille, & qu'il attribue à l'électricité de l'air *(a)*. Il avoit promis de traiter plus au long de ce mouvement, mais ce qu'il peut avoir là-dessus ne se trouve pas dans les Mémoires de Pétersbourg, & j'ignore s'il a été imprimé ailleurs. Cette oscillation ne paroît être qu'un balancement dans l'Aiguille, & non

(z) Novi Comm. Petrop. Tome V, *p. 396;* Tome IX, *p. 419.*

(a) Ibid. Tome VII, *p. 406;* je me suis apperçu de ce mouvement depuis Juillet 1774; je ne l'avois jamais vu avant ce temps, à moins qu'il n'y eût quelqu'Aurore boréale; c'est un mouvement de 8 à 9′, dont l'Aiguille oscille horizontalement; mais qui ne trouble pas le mouvement vers l'E. ou vers l'O. je prends, en ce cas, pour le point qu'indique l'Aiguille, le milieu de l'arc, ou plutôt la minute à laquelle l'Aiguille paroît s'arrêter un moment, & qui est, le plus souvent, le milieu de l'arc.

un vrai mouvement de l'O. à l'E : au moins, j'ai quelquefois vu de pareils balancemens. Mais, quand même ce feroit un petit mouvement de l'E. à l'O. ou de l'O. à l'E. il eft bien clair qu'il ne feroit pas conftant, car M. *Braun* dit *interdum detexiſſe videmur.* 2.° Quand même ce mouvement feroit conftant, il eft très-petit : car M. *Braun* remarque que la différence, entre la plus grande & la plus petite déclinaifon, n'excède pas 10′ à Péterfbourg. Enfin la découverte de ce mouvement fait voir que M. *Braun* a obfervé l'Aiguille avec foin & fouvent ; & qu'ainfi l'on ne pourroit guères fuppofer qu'on auroit trouvé, par des obfervations fuivies, une variation diurne horaire réglée, auffi confidérable qu'elle l'eft à Londres, en Suède, ou dans le lieu que j'habite.

Tornéa.

§. 42. M. *Hellant* a fait, en 1756, beaucoup d'obfervations au moyen de plufieurs grandes Aiguilles, & il a trouvé une variation diurne très-fenfible. Il a promis de donner ces obfervations en détail. J'ignore s'il l'a fait : mais on n'en trouve rien dans les Mémoires de l'Académie de Suède *(b)*. §. 42. Obfervations de M. *Hellant.*

Ponoi, en Laponie.

§. 43. Pendant le féjour qu'il a fait à *Ponoi*, en 1769, M. *Mallet* s'eft appliqué à examiner fi la déclinaifon de l'Aiguille eft fujette à quelque changement. Il a fait fes obfervations au moyen d'une bonne Aiguille, en lui faifant faire quelques ofcillations, & marquant le point où elle s'arrêtoit. Il n'a pu obferver la moindre variation fenfible, pendant trois mois qu'il a fait ces obfervations prefque tous les jours. A moins donc qu'on ne voulût fuppofer que l'Aiguille, quoique fujette à des mouvemens périodiques, fe trouvoit toujours au même point, quand M. *Mallet* l'obfervoit, on fera porté à conclure que l'Aiguille n'a eu aucune §. 43. Obfervations de M. *Mallet.*

(b) Mém. de Suède, *prem. trim. 1756*, Tome XVIII, *p. 68 de la Traduction.*

variation diurne périodique à *Ponoi* en Avril, Mai & Juin de l'année 1769. On peut remarquer aussi, qu'on ne trouve d'autres différences entre les inclinaisons observées à *Ponoi* dans le même-tems, que celles qui paroissent dûes aux erreurs des observations *(c)*.

Lat. 70° 22′ 35″. *Wardhuis.* Long. 1^h 55′ 6″, E. de Paris.

§. 44. Observations du P. *Hell.*

§. 44. Le célèbre Père *Hell* a fait, en 1769, un grand nombre d'observations, presqu'à toutes les heures du jour & de la nuit. Il les rapportera dans le 3.^e Tome de son ouvrage. Il y traitera de la cause qui produit une variation diurne & presque horaire dans la déclinaison. Mais j'ignore si cet ouvrage a déjà paru *(d)*.

Conclusion.

§. 45. Remarque.

§. 45. Voilà toutes les observations certaines que j'ai pu recueillir sur la variation diurne. Je n'ai pas tenu compte de celles qui ont été faites avec des instrumens moins parfaits, par des méthodes peu sûres, & outre cela quelquefois sur mer. Il y a encore d'autres observations dont on pourroit tirer des inductions plus ou moins probables. Il est très-probable, par exemple, que l'Aiguille n'est pas sujette à des variations diurnes, ou du moins que celles-ci sont très-petites dans des endroits où la déclinaison a été trouvée constamment la même, toutes les fois qu'on l'a observée, quoiqu'on n'ait pas observé l'Aiguille tous les jours, moins encore en heure : comme, par exemple, à *Pekin* où la déclinaison a été constante pendant 30 ans.

§. 46. Conséquences.

§. 46. Il résulte, du détail dans lequel nous venons d'entrer,

---

(c) *Novi Comm. Petrop.* Tom. XIV, partie II, *p. 33*.

(d) *Observatio transitus Veneris*, &c. à P. *Hell*, Hafniæ, & réimprimé en entier dans les *Acta Eruditorum Lipf.* 1770, *p. 4*. *Voyez* aussi, à la page 432 du même Journal, le Programme du grand Ouvrage du P. *Hell*, dont on a promis le premier Tome pour la fin de 1774 : les Journaux, que je lis, n'en ont pas encore fait mention.

1.° Que la variation diurne horaire ſe manifeſte d'une façon ſenſible dans quelques endroits. 2.° Qu'il y en a d'autres, comme Péterſbourg, par exemple, où elle n'a pas lieu. 3.° Qu'il y en a où elle a lieu quelquefois, même conſtamment pendant du tems, mais où elle s'évanouit enſuite, ou eſt ſouvent troublée : comme, par exemple, à *Montmorenci* (§§. 10, 14) & à la Haye (§. 29). 4.° Qu'il y a des endroits où la variation horaire a lieu quelquefois, mais où des mouvemens entièrement oppoſés ont lieu beaucoup plus ſouvent, comme, par exemple, à Sparendam (§. 30. *ſeq.*) 5.° Que les endroits où la variation a conſtamment lieu, & ceux où elle n'a pas lieu du tout, ou rarement, ne ſont pas proportionnés aux latitudes. Stokholm, par exemple, & Péterſbourg diffèrent peu en latitude. La Haye, Leiden, & Sparendam ſont très-voiſins. Enfin toutes ces concluſions menent manifeſtement à cette concluſion générale, que la variation diurne réglée, telle que nous l'avons définie, §. 2, n'eſt pas un phénomène coſmique, & ne dépend par conſéquent pas d'une cauſe générale, qui agit par-tout également en même-tems.

Je n'ai pas parlé juſqu'ici de mes propres obſervations : on en voit le réſultat dans les Tables qui accompagnent ce Mémoire, & je les diſcuterai avec le plus grand ſoin dans les Chapitres ſuivans.

CHAPITRE II.

Idée générale des Obſervations de l'Auteur, & Réflexions ſur les mouvemens périodiques.

§. 47. Introduction. §. 47. Comme MM. *Celſius*, *Hiorter*, *Graham* & *Wargentin* n'ont publié qu'un réſumé général de leurs obſervations, nous ne ſaurions faire un grand uſage de leurs recherches, pour découvrir en détail les phénomènes de la variation diurne (*e*). Je ne pourrai donc me ſervir que de mes propres obſervations, de celles qu'on a faites à la Haye, de celles que M. *Engelman* a faites à Sparendam, & de celles de M. *Canton*, qui a publié ſon Journal pour 1759. Mais il me paroît convenable de détailler, avant tout, de quelle façon je m'y prends dans mes obſervations.

(*e*) Comme le Public ne poſsède pas les Journaux de ces Phyſiciens, & qu'ils n'ont publié aucun extrait détaillé de leurs obſervations, leur travail immenſe eſt perdu pour la poſtérité : qui ſait ce qu'on pourroit tirer de ces obſervations, ſi on les poſſédoit toutes, ou, du moins, ſi on en poſſédoit un extrait détaillé ! « C'eſt un défaut, dit M. *de Lalande*, Mémoires de l'Aca- » démie, *1772*, p. 301, & à bien juſte titre ; c'eſt un défaut dont on ne » revient point encore, malgré l'expérience, qui ne ceſſe de nous le mettre » ſous les yeux : on publie des obſervations relatives à un but, ou à une hy- » pothèſe ; on y met les circonſtances dont on a envie de faire uſage, ou qui » intéreſſent l'objet qu'on ſe propoſe ; on oublie quelquefois, que des obſer- » vations bien circonſtanciées, nous ont ſervi à tirer des conſéquences oppo- » ſées à celles qu'on avoit en vue en les publiant. » Si la choſe avoit été poſſible, j'aurois donné ici mon Journal entier ; combien de choſes, auxquelles je n'ai pas même penſé, n'y trouveroient pas des Juges auſſi éclairés que les Membres de l'Académie, & pluſieurs autres Phyſiciens, ſi jamais ce Mémoire eſt deſtiné à voir le jour ? Mais il eſt clair qu'un volume *in-folio*, de quelques centaines de pages, ne pouvoit faire partie d'un Mémoire comme celui-ci : j'ai donc pris le parti d'y ſuppléer par des extraits détaillés. Cependant, ſi l'Académie ſoupçonnoit que je me ſuis trompé, dans les loix que j'aſſigne à la variation diurne, je ſuis prêt à lui envoyer tel extrait de mon Journal qu'elle pourra deſirer.

I. *Description générale des Observations.*

§. 48. J'ai commencé ces observations en 1771 : je les ai continuées sans interruption, & je les continue encore avec le même soin. J'observe l'Aiguille une fois par heure, à moins que des variations extraordinaires n'exigent des observations plus fréquentes. Je commence à 6 heures du matin, & je finis à 10 heures du soir. Cependant en Janvier, Février, Mars & Avril 1771, je ne commençois qu'à 8 heures. Du reste, quand je dis que j'observe à chaque heure, j'entends 5′ ou 6′ en-deçà ou au-delà de l'heure *précise*. M. *Canton* a été plus exact en cela, car il a ordinairement la minute. C'est ce que mes circonstances ne me permettoient pas. J'ajouterai encore que le mois de Janvier 1771, est le plus incomplet : je n'observois guères alors que toutes les deux heures. J'ai été plus assidu dans la suite. En Août de la même année, une maladie m'a obligé de négliger huit jours : c'est la seule interruption qui se trouve dans mon travail. §. 48.

2.° L'Aiguille dont je me sers depuis 1771, a 5 p. 10·6 l., & 4·6 l. de large. Elle pèse, avec la chappe, le nonius & le contre-poids 410 gr. Elle est placée dans une espèce de pupitre fermé, posé sur un pied très-stable, & je me suis assuré par expérience qu'il n'a souffert aucun changement de position. Ce pupitre est exposé au soleil depuis Mars jusqu'en Octobre. En hiver, les maisons voisines empêchent le soleil d'y donner. Je n'ouvre le couvercle que pour le moment de l'observation, & alors le soleil ne donne pas sur la glace qui couvre la boîte.

§. 49. Il est aisé de voir, par ce que je viens de dire, & par le nombre de mes observations, que je mène une vie très-sédentaire : cependant plusieurs raisons m'engagent à m'absenter en été. J'ai eu le bonheur de trouver des amis zélés, sur la capacité & la diligence desquels je puis me reposer en toute sûreté, & qui ont bien voulu prendre ma place pendant mon absence. §. 49.

La Boussole a été chez M. D. L. en Juillet, en Août, & le com-

mencement de Septembre 1771, ainsi que pendant les 20 derniers jours d'Avril 1772. Elle y étoit dans une chambre basse, où le soleil ne donnoit guères.

En Juillet, Août, & le commencement de Septembre 1772; M. C. a observé l'Aiguille, qui étoit placée dans son jardin, comme elle l'est chez moi. Il a encore eu la même complaisance au commencement de Juillet, & à la fin d'Août 1774.

En Juillet, Août, & les premiers jours de Septembre 1773, la Boussole a été placée chez M. M. dans une chambre basse, exposée au soleil, qui cependant ne donnoit pas sur la boîte même. M. Y. a pris soin des observations pendant une petite absence que M. M. fut obligé de faire.

Enfin pendant les mêmes mois de 1775, l'Aiguille a été observée par MM. Du M. S. J. & S.; mais elle est restée dans mon jardin.

Ces observations ont donc été faites par neuf Observateurs différens, en quatre endroits de la même Ville; &, comme les résultats ont été invariablement les mêmes, on ne sauroit soupçonner que les variations soient dûes à la façon de voir des Observateurs, ou à quelque cause qui se seroit trouvée dans l'endroit où la Boussole est placée.

§. 50. §. 50. Le 2 d'Avril 1775, j'ai commencé à faire usage de l'Aiguille, n.° 4, décrite ci-dessus (*Partie I*, §. 338); elle a été placée dans le jardin, comme la précédente, que je nommerai A, ou l'ancienne Aiguille: elles ont toujours été observées en même-temps; mais, comme l'affoiblissement de ma santé ne me permettoit plus de m'exposer à l'air à toutes les heures du jour, & quelque temps qu'il fît, j'ai été obligé de changer mes Boussoles de place: en Décembre 1775, je les ai placées dans une très-grande chambre, & assez loin l'une de l'autre, pour qu'elles ne se troublassent pas; car j'avois eu l'attention d'examiner, après y avoir placé une Boussole, à quelle distance elle n'étoit plus affectée, par une lame plus forte que

l'autre Aiguille : j'y ai ajouté alors une troisième Boussole, n.° *6*, décrite ci-dessus, §. 339, *Partie I;* &, depuis ce temps, j'observe ces trois Boussoles à-la-fois : j'ai fait enlever le plancher de la chambre, aux endroits où sont les Boussoles (qui sont placées sur des pieds très-stables), afin que l'ébranlement de ce plancher, quand on marche, ou qu'on ferme les portes rudement, ne pût affecter les Aiguilles : en un mot, je n'ai omis aucune des précautions qui m'ont paru nécessaires, ou utiles.

II. *Explication générale des Tables.*

§. 51. Comme mon but actuel ne concerne que les variations régulières, j'ai eu soin, en réduisant les Tables, d'ôter tous les jours où la déclinaison étoit manifestement irrégulière, comme, par exemple, en temps d'Aurore boréale : cela a eu lieu de temps en temps, & le nombre de ces observations, est de quelques centaines. Le contenu de la plupart des Tables, est clair, par le titre seul : je n'aurai donc que peu de chose à ajouter. §. 51. Déclinaisons moyennes.

J'ai pris le *moyen vrai*, pour chaque jour, dans la Table XXII, & suivantes, &, pour chaque heure de chaque mois, dans les Tables XIII, XIV, XV : j'entends, par *moyen vrai*, la somme des observations, divisée par leur nombre, &, par *moyen arithmétique*, la moitié de la somme du *maximum* & du *minimum (f)*.

§. 52. J'ai pris, pour chaque jour,

1.° La différence entre le *maximum* & le *minimum*, c'est ce que je nomme *variation diurne totale*. Tables IV, V, VI, colonne première. §. 52. Variations.

(f) Les Tables contiennent les observations pour 1771, 1772, 1773, & le premier trimestre de 1774 : on voit que leur nombre auroit trop augmenté, si j'y avois ajouté les observations de 1774 & 1775, & le premier semestre de 1776 : je les ai donc omises par cette seule considération, quoique j'en fasse usage dans cette partie.

2.° La différence entre la première observation du jour & le *maximum*, c'est ce que je nomme *variation diurne à l'Ouest*, parce que la déclinaison augmente. *Col.* 2.

3.° La différence entre le *maximum* & la dernière observation, c'est ce que je nomme *variation diurne à l'Est*, parce que la déclinaison va alors en diminuant. *Col.* 3.

4.° La différence entre la dernière observation du jour, & la première du jour suivant, c'est ce que je nomme *variation nocturne.*

5.° La différence entre les premières observations de deux jours consécutifs, c'est ce que je nomme *variation pour tout le jour.* Col. 5. Cette variation est donc celle qu'il y a depuis 6 h. du matin, d'un jour, à 6 h. du matin, du lendemain: elle est quelquefois plus petite que celle qu'il y a entre deux autres heures quelconques; par exemple, entre midi & midi; mais il a fallu commencer d'un point fixe: cependant, depuis 1775, j'ai pris aussi, chaque jour, la plus grande différence qu'il y a entre les mêmes heures de deux jours consécutifs: ce qui donne le plus grand changement, qui arrive à la déclinaison, en vingt-quatre heures.

6.° J'ai pris la plus grande différence entre les déclinaisons de deux heures, qui se suivent immédiatement; ce qui fournit, pour chaque jour, le *maximum de la variation horaire.* Tab. I, II, III; col. 8.

7.° Enfin j'ai pris, pour chaque trimestre, semestre, & pour l'année entière, le *maximum*, le *minimum*, la différence, & le terme moyen, de toutes ces colonnes, ainsi que de celles des déclinaisons observées à chaque heure. *Tabl. VII-XXII.*

§. 53. Ordre des mois.

§. 53. On voit, dans les secondes parties des six premières Tables, & dans les dernières colonnes de quelques autres, les noms des mois, dans l'ordre où ils se suivent, par rapport à la grandeur des nombres; ainsi, par exemple, en 1771, *Mai* est le mois où la déclinaison a été la plus grande, & *Janvier*,

celui où elle a été la plus petite des *maxima ;* au contraire, *Fevrier* est le mois où la déclinaison a été la plus petite, & *Novembre* celui où elle a été la plus grande des *minima :* les chiffres, à *gauche*, indiquent la même chose pour le thermomètre ; par exemple, à côté de *Mai* 1771, le chiffre 1 indique que ce mois a été le *maximum* de la chaleur, & le chiffre 11 indique, à côté de *Janvier*, que ce mois a été, à un près, le dernier des *maxima* de la hauteur du thermomètre : je me suis gêné à faire aussi ces observations, d'heure en heure, afin d'être en état de porter un jugement assuré sur la théorie de M. *Canton*, que j'examinerai dans la suite.

§. 54. De pareils chiffres, à droite, pour 1772, 1773, & 1774, indiquent l'ordre des mois, pour l'inclinaison de l'Aiguille : je me sers de la même Aiguille dont se servoit M. *Musschenbroek ;* mais je l'ai corrigée, d'après l'élégante théorie de M. *D. Bernoulli*, afin de faire coïncider la direction du magnétisme, avec celle de la pesanteur : comme cette Aiguille ne pouvoit guères admettre un cercle avec un indice ; voici comme je m'y suis pris. §. 54. Inclinaison.

J'ai divisé l'Aiguille en un grand nombre de divisions : on peut mouvoir, le long de l'Aiguille, un petit poids de plomb, & l'arrêter à volonté : j'ai donc déterminé les inclinaisons de l'Aiguille, pour chaque division, où j'ai mis le curseur : le reste se fait selon la méthode de M. *Bernoulli :* j'ai trouvé cette Aiguille très-exacte ; &, comme elle a quatre pieds de longueur, je puis aisément distinguer les minutes de 5 à 5. Comme ces observations prennent du temps, je n'en fais qu'une par jour, ordinairement entre 6 & 8 h. du matin : mais différentes circonstances m'ont empêché d'être aussi exact sur ce point, que sur d'autres : j'ai continué ces observations jusqu'au 10 de Mai 1775 ; mais un accident a brisé l'Aiguille ce jour-là : je ne l'ai pas faite rétablir depuis ; diverses raisons m'en ont empêché.

§. 55. On voit, par ce que je viens de dire, que mes §. 55. Remarques

observations sont fort détaillées, & que j'ai tâché de ne rien omettre qui pût être utile; cependant les conclusions que je vais en déduire, bien loin d'être générales, ne peuvent, peut-être, convenir qu'à l'endroit que j'habite, & aux années durant lesquelles j'ai observé l'Aiguille; car on verra ci-dessous (*Chap. VIII*), & nous l'avons déjà insinué (§. 46), qu'il y a de grandes différences, dans des endroits très-voisins, & même en différens temps, dans le même lieu. Les observations de M. *Canton*, sont les seules que nous ayions en détail, excepté celles de M. *Engelman*; mais j'ai déjà dit que la variation réglée n'a pas lieu à Sparendam; ainsi, ces observations ne peuvent nous être utiles pour les recherches de ce Chapitre. Comme M. *Canton* a publié son Journal, pour une seule année, sans le rédiger, un de mes Amis a pris la peine de copier ces observations, & de les disposer dans le même ordre dans lequel je dispose les miennes; mais j'y ai trouvé de si grands vides, qu'il est impossible de prendre un terme moyen, pour la plupart des heures. Voici un exemple du nombre de quelques observations.

	VIII^h.	IX^h.	XI^h.	III^h.	V^h.	VII^h.
Janvier . .	3 . . .	16 . . .	14 . . .	8 . . .	4 . . .	7
Février . .	2 . . .	20 . . .	17 . . .	14 . . .	5 . . .	5
Avril	16 . . .	27 . . .	20 . . .	9 . . .	5 . . .	7
Juin	21 . . .	29 . . .	24 . . .	15 . . .	15 . . .	12

Il en est ainsi de presque tous les mois: on sent bien que ce nombre est trop petit, sur 30 ou 31 observations, pour qu'on en puisse tirer quelque conclusion exacte: ce n'est donc qu'en gros que je pourrai comparer mes observations à celles de M. *Canton*, & je puis dire que les résultats en sont essentiellement les mêmes.

III. *Réflexions générales sur les mouvemens périodiques.*

§. 56. Cas où l'Aiguille va d'abord à l'E.

§. 56. Il ne sera pas inutile de dire un mot des mouvemens périodiques, en général, avant que d'entrer dans l'examen des observations mêmes.

Supposons que l'Aiguille ait un mouvement parfaitement réglé, de façon qu'elle s'avance vers l'O. depuis une certaine heure déterminée x, du matin, jusqu'à une certaine heure y, avant ou après midi, & s'en retourne ensuite vers l'E. jusqu'à la même heure x, du lendemain, il est clair, 1.° Si l'Observateur commence à l'heure x, & finit à l'heure x du lendemain, en observant pendant vingt-quatre heures, sans interruption, qu'il verra ce mouvement tel qu'il est. 2.° S'il commence plutard qu'à l'heure x, mais entre x & y, & s'il finit avant que les vingt-quatre heures, entre x & x, soient écoulées, qu'il verra encore le mouvement tel qu'il est; mais que les variations diurnes, à l'O. & à l'E. lui paroîtront plus petites qu'elles ne le sont réellement. 3.° Si, un jour, l'Observateur commence plutôt qu'à l'heure x, & finit, ou à x, du lendemain, ou plutôt, l'Aiguille lui paroîtra d'abord s'approcher de l'E. jusqu'à x heures, ensuite de l'O. jusqu'à y heures, enfin encore vers l'E.; or cette différence n'indiquera pas un double période dans l'Aiguille; elle provient seulement de ce que l'Observateur commence ses observations, avant que l'Aiguille ait achevé son période de la veille: ce mouvement donc, quoiqu'au premier abord moins régulier que celui des n.os 1 & 2, l'est cependant également.

§. 57. Supposons actuellement que l'Aiguille ait encore le même mouvement périodique que ci-devant, mais de façon que l'époque, à laquelle l'Aiguille commence à se mouvoir vers l'O. au lieu de commencer le matin, commence le soir, de sorte que l'Aiguille se meuve vers l'O. depuis z heures du soir, jusqu'à y heures du lendemain, & ensuite vers l'E. de y heures, à z heures, le mouvement sera également réglé que dans le n.° 1 du §. précédent, & il en résultera, 1.° Qu'à quelque heure du matin que l'Observateur commence, il verra toujours l'Aiguille s'approcher de l'O. 2.° Que, s'il finit à z heures, ou avant, il verra l'Aiguille s'approcher de l'E. tout comme dans les n.os 1 & 2 du §. précédent. Enfin, 3.° Que, s'il finit plutard qu'à z heures, il verra l'Aiguille s'approcher de nouveau vers

§. 57. Cas où l'Aiguille retourne, le soir, à l'O.

l'O. quoiqu'elle ne fasse réellement qu'un seul période en vingt-quatre heures ; cela vient de ce qu'on observe l'Aiguille, après qu'elle a déjà commencé son période du lendemain.

§. 58. Conséquence. §. 58. Il résulte des deux §§. précédens, que si l'Aiguille se meut le matin vers l'E. avant que d'aller vers l'O. ou bien, le soir, de nouveau vers l'O. après être allée vers l'E. on n'en sauroit conclure qu'elle fasse un double période ; mais si elle a tantôt l'un & l'autre de ces mouvemens, & tantôt le mouvement décrit dans les n.os 1 & 2 des §§. 56 & 57, on peut être assuré que les époques, auxquelles l'Aiguille commence & finit son mouvement périodique, sont variables.

§. 59. Cas où l'Aiguille fait deux périodes. §. 59. Supposons, à présent, que l'Aiguille fasse deux périodes en vingt-quatre heures, je les ai représentées par une courbe, dont les ordonnées expriment les déclinaisons observées, il est clair que l'Aiguille ira vers l'O. de x h. à y h. vers l'E. de y h. à z h. vers l'O. de z h. à t h. vers l'E. de t h. à x h. du lendemain : il en résulte,

Fig. 52. 1.° Que, si l'Observateur commence à x h. ou entre x & y, & s'il finit à z h. ou plutôt, entre y & z, il ne s'appercevra que d'un seul période.

2.° Que, s'il commence plutôt qu'à x h. & par conséquent entre t & x, il aura le mouvement du n.° 3, §. 56.

3.° Que, s'il finit entre z & t, il aura le mouvement du n.° 3, §. 57.

4.° Que, s'il finit entre t & x, l'Aiguille lui paroîtra se mouvoir, le matin, vers l'O. ensuite vers l'E. de-là vers l'O. enfin de nouveau vers l'E.

5.° Enfin, s'il commence entre z & t, l'Aiguille lui paroîtra avoir six balancemens ; 1.° Le matin, vers l'O. jusqu'à t heures. 2.° Ensuite, le matin, vers l'E. jusqu'à x h. 3. Le matin, vers l'O. jusqu'au *maximum*. 4.° Du *maximum*, jusqu'à z h. vers l'E. 5.° Depuis z h. vers l'O. s'il finit entre z & t. Et, 6.° De

nouveau

nouveau vers l'E. s'il finit entre *t* & *x*; ce qui indiqueroit que le double période de l'Aiguille, s'acheveroit en moins de vingt-quatre heures. Je suppose que l'Observateur commence, le 30 Mars, à 6 h. & finisse, le même jour, à 6 h. du soir; supposons que l'Aiguille, ou ce qui revient au même, l'ordonnée, qui représente son mouvement, soit en *t*, à 8 h. du matin; en *x*, à 10 h. en *y*, à 3 h. du soir; en *z*, à 7 h. en *t*, à 9 h. entre *t* & *x*, à 10 h. du soir; & l'on aura les six balancemens résultant de deux mouvemens périodiques: on en verra des exemples dans nos observations: mais, pour que ce mouvement soit parfaitement réglé; c'est-à-dire, pour qu'il n'y ait, en vingt-quatre heures, que ces deux périodes, il faut que l'Aiguille se meuve, depuis 10 h. du soir, jusqu'au lendemain matin, toujours vers l'E.

§. 60. J'ai dit, *si* l'Aiguille n'achève, en vingt-quatre heures, qu'un période, ou que deux périodes; mais le mouvement de l'Aiguille pourroit être très-régulier, & achever ses périodes en moins de temps; on ne voit du moins rien *à priori*, qui doive nous porter à établir une relation entre ces périodes, & le mouvement diurne de la Terre: si ces périodes s'achevoient en moins de temps, &, de plus, si leur durée étoit variable, on voit que les phénomènes, d'un mouvement très-régulier, pourroient paroître singulièrement, & même en un certain sens, irrégulièrement variés; & cela, par cette seule raison, que l'Observateur ne commenceroit pas, & ne finiroit pas ses observations, au moment précis où l'Aiguille commence & finit ses périodes: mais ceci sera discuté plus amplement, dans la suite, (§§. 73, *& seq.*). §. 60. De la durée des périodes.

Quoiqu'on eût pu faire toutes ces réflexions *à priori*, j'avouerai cependant ne les avoir faites qu'*à posteriori*, & après avoir observé l'Aiguille pendant bien des années; j'ai cru cependant que les détails où je vais entrer, acquerroient plus de précision, si je commençois par présenter ces réflexions, qui sont propres à fixer les idées sur ce qu'on peut attendre d'un mouvement périodique réglé.

Je passe à la discussion de mes observations ; j'y examinerai, avec toute l'exactitude dont je suis capable, 1.° Les phénomènes du mouvement diurne. 2.° Ceux du mouvement nocturne. 3.° L'influence des saisons sur l'un & l'autre de ces mouvemens. 4.° Enfin les mouvemens qui paroissent irréguliers.

CHAPITRE III.

Phénomènes & Loix du mouvement diurne.

ARTICLE PREMIER.

Examen des heures du maximum *& du* minimum, *pour les déclinaisons moyennes.*

§. 61. J'EXAMINERAI d'abord ce qui résulte des nombres moyens de chaque heure, pris pour chaque mois, & je passerai ensuite à la discussion de ce qui a réellement lieu chaque jour : je commence par les nombres moyens, parce qu'on peut supposer, qu'on fait disparoître, en les prenant, les petites irrégularités, qui peuvent avoir lieu de temps en temps. §. 61. Résultats généraux.

Les Tables XIII, XIV, XV, & la cinquième partie de la XXXVII, dans lesquelles j'ai mis les déclinaisons moyennes de chaque mois, pour 1771, 1772, 1773, & le premier trimestre de 1774, ainsi que les Tables XIX, XX, XXI, & la septième partie de la XXXVII, où l'on voit les variations horaires, prouvent évidemment l'existence d'une variation diurne réglée. Voici les conclusions générales pour les heures du *maximum* & du *minimum*.

Le *maximum* a toujours eu lieu à une de ces heures :

En 1771,	à	12,		2,	3,	4.
1772,	à		1,	2,	3,	4.
1773,	à	12,		2,	3,	4.
1774,	à	12,	1,	2,	3,	4.
1775,	à		1,	2,	3.	

Le *minimum* a toujours eu lieu à une de ces heures:

En 1771,	à 6, 8, 9 mat.	*ou*	10 soir.
1772,	à 6, 7, 8, 9		9, 10
1773,	à 6, 8, 9		8, 10
1774,	à 6, 7, 8, ...		8, 10
1775,	à 6, 7, 8, ...		9, 10

Ces observations ont été faites avec l'ancienne Aiguille.

Pour l'Aiguille, n.° 4, on a eu, pour les déclinaisons moyennes,

Avril ..... Décembre, 1775,

Le *maximum*, à 1 & 2 heures;

Le *minimum*, à 6, 8 h. du mat. *ou* 7, 9, 10 h. du soir:

Janvier .... Avril, 1776,

Le *maximum*, à 1 & 2 heures.

Le *minimum*, à 9 h. du mat. *ou* 8, 9 du soir.

Pour l'Aiguille, n.° 6, on a eu, ...

Depuis le 12 Décembre 1775,

Le *maximum*, à 1 h.

Le *minimum*, à 9 h. du soir:

Janvier ..... Avril, 1776.

Le *maximum*, à 1 & 2 heures;

Le *minimum*, à 7, 8, 9 h. du soir.

A Leiden, on a eu, pour l'Aiguille, n.° 3, ...

Depuis le 18 Juillet 1775,

Le *maximum*, à 1 heure;

Le *minimum*, à 9 heures du soir:

En Août 1775,

Le *maximum*, à 3 heures;

Le *minimum*, à 6 heures du matin.

On a eu, à La Haye, pour l'Aiguille, n.° 3, ...

Du 11 au 17 Juillet 1775,

Le *maximum*, à 1 heure;

Le *minimum*, à 8 heures du matin:

Depuis Septembre 1775,

Le *maximum*, à 1, 2, 3 heures;

Le *minimum*, à 7, 10, 11 heures du soir:

Février & Mars, 1776,

Le *maximum*, à 1, 3 heures;

Le *minimum*, à 6 heures du matin.

§. 62. On peut donc dire, comme M. *Graham* l'avoit trouvé à Londres (§. 17), que les heures du *maximum*, des déclinaisons moyennes, tombent entre midi & 4 heures; mais le *maximum* n'arrive pas également fréquemment à toutes ces heures. Voici le nombre de fois que le *maximum* est arrivé à chacune des heures suivantes, pendant chaque année, en prenant les déclinaisons moyennes.

§. 62. Conséquences pour le *maximum*.

	XII.	I.	II.	III.	IV.	III. IV.
1771	1	"	4	5	2	"
1772	"	2	3	6	1	"
1773	1	"	6	3	1	1
1774	1	2	1	6	2	"
1775	"	4	6	2	"	"
Total..	2	8	20	22	6	1
Somm.	60					

Donc 2 & 3 h. sont les heures auxquelles le *maximum*, des déclinaisons moyennes, a lieu le plus souvent.

Si l'on prend les déclinaisons moyennes des trimestres, des semestres, & des années, la prépondérance de ces heures paroîtra encore plus clairement; car on aura, ...

Pour les trimestres.					Pour les semest.			Pour les ann.		
	I.	II.	III.	IV.		II.	III.		II.	III.
1771	"	1	2	1	1771	"	2	1771	"	1
1772	"	1	2	1	1772	1	1	1772	"	1
1773	"	2	2	"	1773	2	"	1773	1	"
1774	1	1	1	1	1774	1	1	1774	"	1
1775	1	2	1	"	1775	2	"	1775	1	"
Total..	2	7	8	3	Total..	6	4	Total..	2	3
Somm.	20				Somm.	10		Somm.	5	

Deux & trois heures ſont donc les heures auxquelles le *maximum* arrive le plus fréquemment. Pendant les 12 mois qu'on a obſervé l'Aiguille, n.° 4, le *maximum* a eu lieu 6 fois à 2 h. 5 fois à 1 h. 1 fois à 2 & à 4 h.

§. 63. Conſéquences pour le *minimum*.

§. 63. Nous venons de voir que le *minimum* des déclinaiſons moyennes, eſt conſtamment arrivé entre 6 & 7 h. du matin, ou 7 & 10 h. du ſoir; ou, pour La Haye, entre 7 & 11 heures; mais je finis ici mes obſervations à 10 heures. Voici donc ce qui a lieu pour les différens mois.

	Le matin.				Le ſoir.		
	VI.	VII.	VIII.	IX.	VIII.	IX.	X.
1771	2		3	5			2
1772	5	1	3	2			1
1773	5		2	2			3
1774	4	2	2		1		3
1775	4	1	2	1		1	3
Tot.	20	4	12	10	1	1	12
	46				14		
	60						

On voit donc, 1.° Que le *minimum* arrive plus fréquemment le matin que le ſoir. 2.° Que le matin, il arrive le plus ſouvent à 6 h. ou à 8 heures. Et 3.° Que, quand il a lieu le ſoir, il arrive preſque toujours à 10 heures.

Si l'on conſulte les déclinaiſons moyennes, des trimeſtres, des ſemeſtres, & des années, on aura, ...

Pour les trimeſtres.

	Le matin.					Le ſoir.		
	VI.	VII.	VIII.	VI. VIII.	IX.	VIII.	IX.	X.
1771	1		1		2			
1772	1		1	1				1
1773	3		1					1
1774	2							1
1775	1	2						1
Tot.	8	2	3	1	2			4
	16					4		
	20							

Pour les ſemeſtres.

	Le matin.				Le ſoir.		
	VI.	VII.	VIII.	IX.	VIII.	IX.	X.
1771			2				
1772			2				
1773	2						
1774	1						1
1775				1			1
Tot.	3		4	1			2
	8				2		
	10						

Pour l'année.

	Le matin.		
	VI.	VIII.	IX
1771			1
1772		1	
1773	1		
1774	1		
1775	1		
Tot.	3	1	1
	5		

Pendant les 12 mois qu'on a observé l'Aiguille, n.° 4, le *minimum* a eu lieu, ...

Le matin, à	6 h.	1	fois.	
	7 h.	1		
	8 h.	2		
	9 h.	1		
		5 fois.		

Le soir, à	7 h.	1	fois.	
	8 h.	1		
	9 h.	3		
	10 h.	2		
		7 fois.		

De sorte que le *minimum* arrive beaucoup plus souvent le matin que le soir, pour le n.° 1, & sur-tout à 6 h. du matin: le contraire paroîtroit avoir lieu pour le n.° 4; mais le nombre de 12 mois d'observations est trop petit, pour qu'on puisse en déduire quelque conclusion certaine.

§. 63*. Quand le *minimum* arrive à 7, 8 ou 9 heures du matin, c'est une marque que le période diurne du mouvement ne commence qu'à ces mêmes heures, & que le période occidental ne finit qu'alors; &, s'il arrive à 8 ou 9 h. du soir; en un mot, à une heure qui précède celle où l'on finit les observations, c'est une marque que l'Aiguille finit alors son période, pour commencer celui du lendemain, ou pour en commencer un nocturne, conformément à ce que nous avons expliqué, §§. 56, 57; mouvemens qui ont eu lieu beaucoup plus souvent pour les heures du matin, que pour celles du soir. Nous examinerons ces sortes de mouvemens, en détail, dans la suite, ainsi que quelques petites irrégularités, dont les nombres moyens ne paroissent pas exempts, au premier coup-d'œil; comme en Janvier 1771, à 6 heures du soir, l'Aiguille est retournée à l'O. &, à 7 h. elle a, de nouveau, continué son cours vers l'E. de même en Décembre, à 5, 6, 7, & 8 h. §. 63*. Dernière conséquence.

du ſoir, & dans quelques autres mois : nous examinerons alors juſqu'où ces irrégularités ſont réelles, & juſqu'où on peut croire qu'elles ne ſont qu'apparentes.

ARTICLE II.

Examen des heures du maximum *vrai, pour chaque jour.*

§. 64. Conſidérations générales : explication des Tables 31, 32, 33.

§. 64. Nous venons d'examiner les déclinaiſons moyennes, & nous avons vu qu'on y obſerve un période très-ſenſible, & très-réglé : ce même période ſe retrouve dans les différens jours. J'entrerois dans un trop grand détail, ſi je conſidérois chaque jour des cinq années, & par conſéquent 1826 jours, en particulier ; je tâcherai cependant d'y ſuppléer, ſans rien omettre d'eſſentiel : j'examinerai d'abord les heures du *maximum*.

J'ai mis, dans chaque colonne d'heures des premières parties des Tables XXXI, XXXII, XXXIII, combien de fois le *maximum* a eu lieu à cette heure-là : le nombre placé dans la première caſe, marque que le *maximum* n'a eu lieu qu'à cette ſeule heure, & celui de la ſeconde caſe, indique que le *maximum* a eu lieu à cette heure-là, & à une ou à pluſieurs ſuivantes, pendant leſquelles l'Aiguille eſt reſtée ſtationnaire. M. *Canton* avoit déjà remarqué que l'Aiguille reſtoit ſtationnaire, à ſon *maximum*, pendant quelque temps ; j'ai vu quelquefois, mais très-rarement, qu'elle y reſtoit depuis 10 h. du matin, juſqu'à 7 h. du ſoir : nous parlerons, dans la ſuite, des nombres contenus dans la colonne, qui porte pour titre, *irr.* ou *irrégulier* (§. 101) : on voit, de plus, dans la dernière colonne, le nombre de jours qu'on a omis, ſoit par abſence, ce qui cependant n'eſt pas arrivé depuis Juillet 1773, & dont le nombre ne ſe monte, en tout, qu'à 18 ; ſoit parce que le mouvement de l'Aiguille étoit irrégulier, comme cela arrive ſouvent, lorſqu'il y a Aurore boréale. On voit enfin, dans la pénultième colonne, le nombre de jours dont les obſervations ont été miſes dans le Journal des obſervations régulières. Au

reſte,

reſte, il eſt évident que *le maximum* tombe à 6 heures du matin, ou à 10 h. du ſoir, lorſque l'Aiguille ſe meut tout le jour vers l'E. ou vers l'O. mais je n'ai pas tenu compte de ces jours, dans les colonnes précédentes.

§. 65. En conſultant donc ces Tables, il eſt évident, 1.° Que le *maximum* a eu lieu très-rarement avant 10 h. du matin, & après 6 h. du ſoir. 2.° Qu'il a ſur-tout lieu à 1, 2 & 3 h. après-midi: les mêmes choſes ont eu lieu pour 1774 & 1775: pour rendre ceci plus ſenſible, j'ai conſtruit la ſeconde partie des Tables XXXI, XXXII, XXXIII, où l'on voit les ſommes des heures du *maximum*, avant midi, entre midi & quatre heures, & après quatre heures: dans cette Table, le nombre des jours indique la ſomme des quatre colonnes précédentes; c'eſt-à-dire, le nombre des jours auxquels on a réellement un mouvement périodique: pour en rendre la comparaiſon plus aiſée, réduiſons le nombre des obſervations, pour chaque année, à 1000, & l'on aura, ... §. 65. Réſultats.

	Av. 12.	12-4.	Ap. 4.	Irr.	Somm.
1771	46	814	105	35	1000
1772	73	855	69	3	1000
1773	77	850	64	9	1000
1774	121	788	69	22	1000
1775	136	750	91	23	1000
Somm.	453	4091	398	92	5000

Il réſulte de-là que le *maximum* arrive entre midi & quatre heures, à-peu-près, les $\frac{4}{5}$ du temps, & que les heures irrégulières n'en ſont pas la cinquantième partie: on peut donc dire, avec M. *Graham*, que les heures du *maximum* tombent ordinairement entre midi & quatre heures; ce que nous avions déjà trouvé des nombres moyens (§. 62). En Suède, le *maximum* a lieu à 2 h. &, ſelon M. *Canton*, à 1 h.; or l'on voit auſſi, par mes Tables, que ces heures ſont, en général, & à l'exception du ſeul mois de Mai 1771, celles où cela a lieu le plus fréquemment, dans l'endroit que j'habite.

§. 66. Second résultat.

§. 66. Mais une remarque, qui se présente d'elle-même, & qui est très-importante, c'est que le nombre de fois que le *maximum* a eu lieu entre 12 h. & 4 h. a continuellement & très-fortement diminué d'année en année depuis 1772, & que les mêmes nombres ont augmenté pour les autres heures, ainsi que pour les irrégularités. Nous rencontrerons dans la suite, §. 71, d'autres faits du même genre.

§. 67. Confirmation du premier résultat.

§. 67. Au reste, ce que nous avons observé pendant cinq années au moyen de l'Aiguille dont je me sers depuis 1771, a eu également lieu pour les Aiguilles n.° 4. & 6, car on a eu,

		Av. 12.	12 à 4.	Ap. 4.	Irr.	Somme.
N.° 4,	Pour 9 mois de 1775,	31	219	10	8	270
	Pour le I. Tr. de 1776,	15	55	6	10	84
	Somme	46	274	16	18	354
N.° 6,	I. Trim. de 1776,	16	56	7	7	86

On a eu de même, à La Haye, pour l'Aiguille, n.° 3, en 1775, ...

	Av. 12 h.	12-4 h.	Ap. 4 h.	Irr.	Somme.
Juillet,	1	8	3	″	12
Septembre,	4	17	″	3	24
Octobre,	4	22	1	2	29
Somme,	9	47	4	″	65

J'omets Novembre & Décembre, parce que, comme je l'ai dit (§. 28), la variation diurne n'y a pas été fort réglée alors.

Enfin on a eu, à Leiden, au moyen de la même Aiguille,

	Av. 12 h.	12-4 h.	Ap. 4 h.	Irr.	Somme.
Juillet,	1	11	″	1	27
Août,	4	23	″	″	27
Somme,	5	34	″	1	40

On seroit fort porté à conclure de ces observations, que les heures auxquelles le *maximum* arrive le plus fréquemment, & la proportion de leur nombre au nombre total des jours,

ſont à-peu-près les mêmes, dans tous les endroits où la variation réglée a lieu. Nous examinerons, dans la ſuite, *(Chap. V)*, les modifications que la diverſité des ſaiſons apporte à ces nombres.

ARTICLE III.

Des différens mouvemens auxquels l'Aiguille eſt ſujette.

I. *Énumération des huit ſortes de mouvement.*

§. 68. Nous avons déjà dit un mot de ces mouvemens dans le §. 63, & nous avons examiné *à priori* dans les §§. 56, 57, ce qui *peut* avoir lieu en général, & ce qu'on en pourroit déduire. Il convient d'examiner à préſent en détail ce qui a *eu* lieu; pour y procéder avec ordre, j'indiquerai d'abord les huit ſortes de mouvemens auxquels j'ai trouvé que l'Aiguille eſt ſujette, & je les diſcuterai enſuite en détail. §. 68. Énumération.

N.° 1. Quand l'Aiguille va *conſtamment* vers l'O. depuis l'heure qu'on commence à l'obſerver, c'eſt-à-dire, chez moi depuis 6 h. (ou de Janvier, juſqu'en Mai 1771, depuis huit heures,) juſqu'au *maximum* & enſuite *conſtamment* vers l'Eſt depuis le *maximum* juſqu'à la dernière heure qu'on obſerve, & par conſéquent chez moi juſqu'à 10 heures du ſoir. N.° 1.

N.° 2. Quand l'Aiguille ſe meut le matin d'abord vers l'E. enſuite vers l'O. juſqu'au *maximum*, & enfin régulièrement vers l'E. comme dans le n.° 1. N.° 2.

N.° 3. Quand l'Aiguille ſe meut le matin comme dans le n.° 1, mais qu'après être retournée le ſoir vers l'E. juſqu'à une certaine heure, qui précède celle où l'on fixoit les obſervations, elle commence de nouveau à ſe mouvoir vers l'Oueſt. N.° 3.

N.° 4. Quand l'Aiguille ſe meut le matin comme dans le n.° 2, & le ſoir comme dans le n.° 3. N.° 4.

Il suit de ce qui a été dit §. 56, *&* 7. que ces quatre genres appartiennent tous aux variations diurnes réglées, quoiqu'ils puissent indiquer différentes modifications dans la nature du mouvement.

N.° 5. N.° 5. Quand l'Aiguille va tout le jour vers l'O. de façon que le *maximum* ait lieu à 10 heures du soir; en un mot, à la dernière observation.

N.° 6. N.° 6. Quand l'Aiguille s'approche tout le jour de l'E. de façon que le *maximum* ait lieu à la première observation.

Ces deux mouvemens sont, au moins au premier abord, contraires à la variation diurne réglée.

N.° 7. N.° 7. Lorsque le mouvement de l'Aiguille est sujet à des irrégularités. Celles-ci sont de trois genres.

Première sorte. 1.° Lorsque l'Aiguille a réellement une des six sortes précédentes de mouvement, mais qu'il arrive à l'Aiguille de rebrousser de quelques minutes vers l'E. ou vers l'O. au lieu de continuer son mouvement vers l'O. ou vers l'E. En voici deux exemples:

Le 29 de Juillet 1773.

A 6 h.	18° 15′	A 3 h.	18° 26′.
7	15	4	17
8	15	5	12
9	17	6	17
10	17	7	8
11	18	8	16
12	18	9	16
1	22	10	16
2	22		

Le mouvement est le n.° 3; mais on voit qu'il y a une irrégularité de 8′ entre 6, 7 & 8 h. du soir: il arrive rarement que l'irrégularité soit aussi grande.

Le 14 de Juillet 1773.

A 6 h.	18° 17′	A 3 h.	18° 26′
7	16	4	27
8	16	5	26
9	16	6	26
10	22	7	22
11	22	8	16
12	26	9	16
1	27	10	20
2	26		

Le mouvement est le n.° 4; mais il y a une irrégularité d'une minute entre 3 & 5 h. Au reste, dans mes Tables, je n'ai pas négligé les irrégularités d'une minute.

2.° Quand l'Aiguille vacille tout le jour, tantôt d'un côté tantôt de l'autre, peu ou beaucoup, n'importe, de façon qu'on ne puisse rapporter le mouvement à aucun des n.os précédens. En voici deux exemples. Seconde sorte.

Le 17 de Juillet 1773 : soir, Aurore boréale.

A 6 h. déc.	18° 19′;	à 2 h.	18° 1′;	à 10 h.	17° 58′;	la nuit,	16° 2′
7	» 19	3 ..	» 16		18 50		» 40
8	» 15	4 ..	» 16		» 51	A 1 h. ..	16 52
9	» 18	5 ..	» 20		» 51		17 16
10	» 18	6 ..	» 27		16 52	$1\frac{1}{4}$ ..	17 40
11	» 18	8 ..	» 6	$12\frac{1}{4}$.	» 51		17 52
12	» 18	9 ..	17 58		15 22	Var...	5°.
$1\frac{1}{2}$	» 16	$9\frac{1}{4}$ ..	» 56		16 17		
					14 52		

Le 29 de Juin 1773.

A 7 h. déc.	18° 16′;	à 1 h.	18° 7′;	à 8 h.	18° 13′
8	16	2	25	9	20
9	11	$2\frac{1}{1}$ ...	26	10	16
$9\frac{1}{2}$	7	3	26	Var. ..	23′
$9\frac{3}{4}$	5	4	26		
10	5	5	26		
11	3	6	19		
12	6	7 ...	14		

Troisième sorte.

3.° Enfin lorsque l'Aiguille se meut très-régulièrement une partie du jour, mais qu'elle soit irrégulière pendant l'autre partie, comme cela arrive souvent le soir quand il y a Aurore boréale, ou le matin, quand il y a eu une Aurore boréale le jour précédent. En voici des exemples.

Le 3 de Mars 1774 : Aurore boréale.

A 6 h. déc. 18° 26′ ;	à 12 h. 18° 32′ ;	à 7 h. 18° 23′ ;	à 10 h. 18° 17′
7 28	1 32	$7\frac{1}{2}$ ... 25	$10\frac{1}{2}$ ... 25
8 30	2 33	8 5	$10\frac{3}{4}$ ... 17
9 32	5 23	$8\frac{1}{2}$ ... 10	$11\frac{1}{2}$ ... 15
10 32	6 23	9 15	Var. .. 21′
11 32	7 23	$9\frac{1}{2}$ ... 17	

Le mouvement a donc été régulier jusqu'à 7 h. du soir.

Le 18 de Juillet 1773, l'Aiguille étoit encore agitée, par l'Aurore boréale du 17, dont nous venons de parler. Le 19, on a eu, le matin, ...

A 6 h. déc. 18° 41′ ;	à 9 h. 18° 40′
7 41	10 22
8 39	11 22

Ensuite le mouvement a été assez régulier, & la déclinaison est revenue au point où elle étoit avant le dix-septième.

Conséquence.

Le second de ces trois sortes de mouvemens irréguliers, est évidemment opposé à toute variation diurne régulière. Le troisième modifie ou anéantit celle de la partie du jour dont il est question, & par conséquent celle du jour entier, s'il est question de tout le jour, dans l'usage qu'on en fait dans les Tables. Mais la première sorte ne détruit réellement pas la nature des mouvemens dont il est question. Car on sait quel grand nombre de petites causes peuvent agir sur l'Aiguille. D'ailleurs cette sorte d'irrégularité monte très-rarement à 7 ou 8′ : rarement même à 3 ou 4′ : elle est ordinairement d'une minute ou deux.

La huitième sorte de mouvement a été expliquée, §. 31, n.° 2 : *voyez aussi* §§. 103-110.

II. *Comparaison générale de ces mouvemens.*

§. 69. Après avoir fait l'énumération de ces différens mouvemens, il s'agit d'examiner combien fréquemment ils ont lieu. Si l'on emploie les nombres moyens, il n'est plus question des n.os 5 & 6, ni de la seconde & troisième sorte du n.° 7. Voici donc ce que j'ai observé. §. 69. Première Comparaison.

	N.° 1.	N.° 2.	N.° 3.	N.° 4.	N.°7, I. sorte.
1771	3	7		2	1
1772	4	5	3		2
1773	8	1	2	1	2
1774	6	3	1	2	
1775	3	3	3	3	2
Somm.	24	19	9	8	7

Selon cette Table, le n.° 1 prévaudroit; mais cette prépondérance paroît dûe à l'effet de la seule année 1773; cependant les n.os 1 & 2 ensemble, paroissent toujours plus fréquens que les deux autres: si l'on prend les termes moyens pour les années, on aura, ...

Pour 1771, n.° 1; pour 1774, n.° 1
1772, n.° 2 1775, n.° 1
1773, n.° 1

De sorte que la prépondérance, du n.° 1, est très-sensible.

§. 70. Mais il en est tout autrement si l'on examine la sorte de mouvement que l'Aiguille a chaque jour. Le n.° 1 ne prévaut pas alors; mais, comme il prévaut cependant en général dans les nombres moyens, il s'ensuit qu'il est plus considérable quand il a lieu que ne le sont les autres n^{os}. Sans cela, il ne pourroit prévaloir dans les nombres moyens. §. 70. Considération des nombres vrais.

Dans les trois parties de la table trente-cinquième, j'ai marqué combien de fois chaque sorte de mouvement a eu lieu chaque mois. Les nombres compris dans les six premières colonnes,

& dans la ſeconde partie de la ſeptième ſont enſemble la huitième, ou la ſomme de tous les nombres. Ces ſommes ſont par-ci par-là différentes de celles qui ſe trouvent dans la Table du *maximum :* mais on ſent qu'il peut arriver qu'on ait manqué d'obſerver aux heures où le *maximum* a lieu, ou qu'on ne l'ait pas noté à cauſe des mouvemens irréguliers de l'Aiguille, & qu'on peut cependant juger de la ſorte de mouvement, ou que celui-ci ſe trouve dans la ſeptième colonne.

§. 71. Proportion des jours réguliers.

§. 71. Ces Tables indiquent bien clairement combien le mouvement eſt réglé ici. En prenant la ſomme des quatre premiers n.os, on verra que les jours où le mouvement a été réglé, ſont au nombre total des jours, ...

En 1771, comme	0·873	à 1
1772	0·883	à 1
1773	0·85	à 1
1774	0·805	à 1
1775	0·812	à 1

De ſorte qu'en prenant un nombre moyen, pour ces cinq années, la ſomme des jours réguliers ſera, à-peu-près, les 0·845, ou les $\frac{27}{32}$ de tous les jours : on voit auſſi que la proportion des jours réguliers a un peu diminué, depuis 1772, & que le nombre des jours, auxquels le mouvement a été ſujet à de petites irrégularités, a augmenté depuis le même temps : nous avons déjà fait, ci-deſſus, une remarque analogue.

Si l'on ſe ſert des obſervations de l'Aiguille, n.° 4, on trouvera que le nombre des jours réguliers, fait les 0·886 de tous les jours : pour le n.° 6, on a 0·901 ; &, pour les obſervations de M. *Canton*, ce nombre a fait les 0·935, ou $\frac{15}{16}$, §. 18.

Si l'on ſe ſert des obſervations faites à Leiden, en Juillet 1775, le nombre des jours réguliers ſera ces 0·785 parties : en Août, il n'y a eu aucun jour entièrement irrégulier : ainſi, en prenant

un terme

un terme moyen, le nombre de jours réguliers y auroit fait les 0·892 ou à-peu-près les $\frac{29}{32}$ du total des jours. Mais il y a eu peu de jours qui n'aient été sujets à de petites irrégularités.

En employant les Observations faites à La Haye, on aura,

Pour Juillet, ...	1
Septembre, ..	0·88
Octobre, ...	0·871
Novembre, ..	0·6
Décembre, ..	0·645
Moyen, ...	0·8

Où l'on voit que la proportion a décru depuis le mois de Septembre, & nous avons déjà eu occasion de faire voir, ci-dessus, par la considération des heures du *maximum*, que les mouvemens y étoient moins réguliers, comme cela a eu lieu encore en Janvier & Février 1776.

En réunissant tous ces nombres moyens la proportion du nombre des jours réguliers, sera à celle de tous les jours, ...

A Londres, comme	0·935 à 1,	en 1759;
A Leiden, ...	0·892 à 1,	en Juillet & Août 1775;
A La Haye, ...	0·80 à 1,	en Juill. & de Sept.-Déc. 1775;
A **, ...	0·865 à 1,	en 1771-1776;
Milieu, ...	0·873 à 1	

Il n'y a donc que peu de différence entre ces nombres, si l'on en excepte le résultat de La Haye; encore ne s'en éloigne-t-il pas, si l'on ne prend que les mois de Juillet, Septembre & Octobre; ce qui est naturel, puisque la variation régulière a eu lieu beaucoup moins souvent, dans les autres mois: en ce cas, la proportion est de 0·95 à 1, pour La Haye.

Cette proportion seroit-elle donc à-peu-près constante dans les endroits où la variation réglée a lieu?

Voilà ce que nos Tables nous présentent sur la comparaison

générale de ces mouvemens. Nous allons les discuter à présent séparément.

III. *Examen du n.° 1.*

§. 72. Résultat des observations de l'Auteur. §. 72. Lorsque l'Aiguille a cette sorte de mouvement, il est clair (§. 56.) 1.° qu'elle n'acheve qu'un période pendant tout l'intervalle du matin au soir. 2.° Que le période commence & finit aux heures où l'on commence & finit les Observations, ou qu'il commence plutôt & finit plus tard.

Ce mouvement a eu lieu, pour l'Aiguille A, ...

En 1771,	82 fois,	sur 323;	proportion,	= 0·251 à 1
1772,	105	 360	....	= 0·292 à 1
1773,	115	 356	....	= 0·32 à 1
1774,	106	 364	....	= 0·291 à 1
1775,	88	 362	....	= 0·241 à 1
Somme, ..	496 fois,	sur 1765;	proportion,	= 0·295 à 1

Ce qui fait un peu plus du quart, &, à-peu-près, les $\frac{19}{64}$ de l'année.

Pour l'Aiguille, n.° 4, ce mouvement a eu lieu, ...

En 1775,	47 fois,	sur 271;	proport. = 0·173 à 1
I. Trim. 1776,	14	91	= 0·154 à 1
Somme, ...	61 fois,	sur 362;	proport. = 0·164 à 1

Pour l'Aiguille, n.° 6, il a eu lieu, ...

I. Trim. 1776, 18 fois, sur 91; prop. = 0·198 à 1.

La Table de proportion de l'Aiguille A, sembleroit indiquer que le nombre des jours où ce mouvement a lieu pourroit etre sujet à une révolution annuelle périodique: car la proportion croît de 1771 à 1773, & décroît de 1773, à 1776, & très-à-peu-près par les mêmes degrés. Mais c'est un fait qu'on ne pourra déterminer que par une longue suite d'Observations.

Ce mouvement paroît être beaucoup plus rare à La Haye & à Leiden; car la proportion a été, en 1775, ...

A La Haye ;

Juillet, ... =	1 : 12	Milieu, = 0·147 à 1	
Septembre, .. =	4 : 25		
Octobre, ... =	5 : 31		
Novembre, .. =	1 : 30		
Décembre, .. =	1 : 31		
Moyen, ... =	12 : 129 = 0·093 à 1		

A Leiden ;

Juillet, .. =	1 : 14
Août, ... =	1 : 27
Milieu, ... =	1 : 20 = 0·05 à 1

Ce qui diffère beaucoup de ce que j'ai vu dans l'endroit que j'habite, & de ce qui a été observé chez moi, dans le même-temps.

IV. *Examen du n.° 2.*

§. 73. Nous avons déjà vu ci-dessus, §. 56, que ce mouvement n'est pas opposé aux mouvemens réglés, & de quelle façon il y peut être conforme. Il s'agira d'examiner à présent, avec plus de soin, ce qui peut être déduit de nos Observations. §. 73. Résultat général.

La proportion du nombre des jours, où ce mouvement a eu lieu, est au mouvement total des jours, ...

En 1771, comme	0·232 à 1
1772	0·256 à 1
1773	0·200 à 1
1774	0·146 à 1
1775	0·174 à 1
Milieu	0·201 à 1

Pour le n.° 4 ;

En 1775, ...	0·210 : 1	Milieu, .. 0·160 : 1
I. Trim. 1776, .	0·11 : 1	
Pour le n.° 6, I. Trim. 1776, ...		0·060 : 1
Milieu, ...		0·110 : 1

Donc, 1.° Le mouvement a eu lieu, pour l'ancienne Aiguille, l'un portant l'autre, à-peu-près la cinquième partie du temps; &, 2.° Il sembleroit faire un période de deux en deux ans; car la proportion croît de 1771 à 1772; décroît de 1772 à 1774; croît de 1774 à 1775; mais il faudra attendre ce que les années suivantes pourront produire.

A La Haye, & à Leiden, ce mouvement a eu lieu moins souvent: la proportion a été, ...:

A La Haye;

Juillet, ...	2 :	12 =	0·167	: 1
Septembre, ..	0 :	25 =	0	: 1
Octobre, ...	2 :	31 =	0·064	: 1
Novembre, .	3 :	30 =	0·1	: 1
Décembre, ..	4 :	31 =	0·13	: 1
Milieu, ..	11 :	129 =	0·092	: 1

A Leiden;

Juillet, ...	1 :	14		
Août, ...	0 :	27		
Milieu, ...	1 :	41 =	0·025	: 1

Ce qui diffère beaucoup de ce qu'on a vu chez moi, dans le même temps, &, en général, dans tous les mois des cinq années.

§. 73*. Énumération de deux classes.

§. 73. Ce mouvement, n.° 2, est sujet à deux modifications qu'il est très-important de bien distinguer, & qui en font réellement deux sortes très-distinctes.

Première Sorte. Quand l'Aiguille s'approche de l'Est, dès la première heure, qu'on commence à observer, jusqu'à une certaine heure, qui est rarement arrivée au-delà de neuf ou dix heures du matin. On voit que l'Aiguille finit alors un période qu'elle a commencé le soir de la veille, ou dans la nuit.

Seconde Sorte. Quand l'Aiguille se meut d'abord vers l'O. pendant une heure ou deux; retourne ensuite vers l'E. pendant une

heure ou davantage, pour continuer ensuite son mouvement ordinaire jusqu'au *maximum*. C'est ce dont on a même des exemples dans les nombres moyens. Savoir, pour Mai, Nov. 1771, Décembre 1772, Juillet, Août, & même le second & troisième trim. 1773; Avril, Septembre, & premier Trim. 1775. Cela a donc eu lieu sept fois pour 59 mois. Cela a aussi eu lieu pour l'Aiguille n.° 4 en Avril, & pour le second Trim. 1775.

Cette seconde sorte de mouvement est dûe ou à une irrégularité d'observations, ou à un double période, très-court à la vérité, mais réel : de façon que l'Aiguille, finissant la partie O de son période à sept, ou huit, ou neuf heures du matin, commence alors la partie Orientale, & n'emploie qu'une heure ou deux à la parcourir. La première idée ne me paroît pas probable dans tous les cas tant à cause de la *fréquence* de ce mouvement, que quelquefois à cause de sa grandeur. La courte durée du période pourroit fournir un doute sur la seconde idée; mais on a vu ci-dessus, (§. 39,) que M. Celsius a observé dans l'Aiguille un période également court pour le soir, & nous verrons ci-après (§. 80. *seq.*) que la même chose a lieu ici : il faut donc discuter ceci plus amplement.

Première sorte du mouvement, n.° 2.

§. 74. Pendant les cinq années d'observations, le mouvement, n.° 2, a eu lieu 350 fois. De ces 350 jours, la première sorte en a eu lieu 295 : ainsi, elle est de beaucoup la plus fréquente. Je n'ai pas négligé de mettre dans cette classe les jours où l'Aiguille ne s'approche de l'E. que d'une minute, ou d'une demi-minute : ce dernier cas est arrivé deux fois, & je crois qu'on peut, sans se tromper, mettre de pareils jours dans la classe du n.° 1. C'est aussi ce que j'ai fait depuis 1775. Peut-être pourroit-on dire la même chose des jours où l'approche vers l'E. n'est que d'une minute; mais j'ai voulu être exact.

§. 74. Résultat des observations.

J'ai insinué aussi ci-dessus (§. 73,) qu'il arrive rarement que l'Aiguille s'approche encore vers l'E. à dix heures du matin, &

que ce mouvement a ſur-tout lieu entre ſix, ou huit, ou neuf heures. En effet, il n'eſt arrivé pendant ces cinq années que deux fois que l'Aiguille s'eſt approchée vers l'E. juſqu'à dix heures, trois fois juſqu'à onze heures, deux fois juſqu'à midi, une fois juſqu'à une heure : ſomme dix-ſept fois ſur 295 jours. On voit par-là pourquoi M. CANTON a trouvé un ſi grand nombre de jours parfaitement réguliers : c'eſt que les obſervations qu'il a faites, avant neuf ou dix heures du matin, ſont très-peu nombreuſes.

En général, cette première ſorte a eu lieu, ...

En	1771	59 fois
	1772	67
	1773	56
	1774	46
	1775	56
Somme,	.....	284 fois

Seconde ſorte du mouvement, n.° 2.

§. 75. Réſultat général. §. 75. Cette ſeconde ſorte a eu lieu 55 fois ſur 350 jours. De ces 55 jours il y en a ſix que nous examinerons ſéparément: ils conſtituent une ſeconde claſſe, pendant que les 49 autres forment une première claſſe peut-être diſtincte de l'autre.

Cette ſorte a eu lieu vingt-trois fois avant dix heures; ſavoir, ſept fois en 1771, deux fois en 1772, ſix fois en 1773, trois fois en 1774, & cinq fois en 1775 : elle a eu lieu deux fois juſqu'à dix heures, une fois juſqu'à onze heures, une fois juſqu'à midi, & une fois juſqu'à deux heures.

Première claſſe.

Première rédaction. Parmi ces quarante-neuf jours, il y en a douze où une des oſcillations de l'Aiguille qui conſtitue ce double mouvement, ſoit celle que l'Aiguille fait d'abord vers l'O. ſoit celle qu'elle fait enſuite vers l'Eſt, n'eſt que d'une demi-minute. On peut donc réelle-

ment, & sans erreur sensible, mettre ces jours parmi ceux de la première sorte du n.° 2, ou parmi le n.° 1. J'en attribuerois sept à ce dernier n.°, & cinq à la première sorte du n.° 2. Il ne reste donc que réellement pour ce double mouvement que 37 jours, sur 350; ce qui fait un peu plus d'une huitième partie. Des 12 jours, où le mouvement n'a été que d'une demi-minute, il y en a dix qui se trouvent en 1772, & 2 en 1773. Mais les 37 jours restans, indiquent-ils tous un double mouvement dans l'Aiguille, ou non? C'est ce qu'il s'agit de déterminer.

§. 76. J'avoue que je serois fort tenté d'attribuer à de petites irrégularités tous les cas de cette sorte de mouvement, où la variation n'est que d'une minute, par exemple, où ce mouvement n'a lieu que pour une seule heure. Mais, comme c'est ici un point qui pourroit paroître plus ou moins probable, j'indiquerai ici ces jours en les redigeant aux n.os auxquels ils me paroissent devoir appartenir, si mon sentiment est vrai. §. 76. Seconde rédaction.

J'attribuerois donc, à la première sorte du mouvement, n.° 2,

Le 14 Juin 1771; var. de 7 h. à 8 h. 1′ O. de 8 h. à 9 h. *station;* de 9 h. à 10 h. 1′ E. ensuite O.

Le 28 Juin 1771; v. de 6 h. à 7 h. 1′ O. de 7 h. à 8 h. 2′ E. puis O.

Le 6 Novembre 1771; var. de 6 h. à 7 h. 1′ O. de 7 h. à 8 h. $10\frac{1}{2}$′ E.

Le 9 Août 1772; var. de 6 h. à 7 h. *station;* de 7 h. à 8 h. 1′ O. de 8 h. à 9 h. 3′ E.

Le 15 Juillet 1773; var. de 6 h. à 7 h. *station;* de 7 h. à 8 h. 1′ O. de 8 h. à 9 h. *station;* de 9 h. à 10 h. 6′ E.

Le 11 Octobre 1773; var. de 6 h. à 7 h. 1′ O. de 7 h. à 8 h. 2′ E.

Le 14 Octobre 1773; var. de 6 h. à 7 h. 1′ O. de 7 h. à 8 h. 1′ E. de 8 h. à 9 h. 1′ E.

Le 1 Juin 1774; variat. de 6 h. à 7 h. *station;* de 7 h. à 8 h. 1′ O. de 8 h. à 9 h. 2′ E.

Le 20 Juin 1775; var. de 6 h. à 7 h. 1′ O. de 7 h. à 8 h. *stat.* de 8 h. à 9 h. 1′ E. de 9 h. à 10 h. 3′ O.

---

9 jours.

Je rangerois, sous le n.° 1 de mouvement, ...

Le 22 Septembre 1771.

Le 7 Octobre 1772; var. de 6 h. à 7 h. 5′ O. de 7 h. à 8 h. *station;* de 8 h. à 9 h. 1′ E.

Le 14 Février 1773; var. de 6 h. à 7 h. 2′ O. de 7 h. à 8 h. *station;* de 8 h. à 9 h. 1′ E.

Le 6 Avril 1773; var. de 6 h. à 7 h. 1′ O. de 7 h. à 8 h. 1′ O. de 8 h. à 9 h. *station;* de 9 h. à 10 h. 1′ E.

Le 5 Octobre 1773; var. de 6 h. à 7 h. 1½′ O. de 7 h. à 8 h. 1′ O. de 8 h. à 9 h. 1′ E.

Le 12 Novembre 1773; var. de 6 h. à 7 h. 2′ O. de 7 h. à 8 h. *station;* de 8 h. à 9 h. 1′ E.

Le 20 Août 1774; var. de 8 h. à 9 h. 2′ O. de 9 h. à 10 h. 1′ E. On n'a pas observé à 6 h. & à 7 h.

7 jours.

Je doute du genre auquel je rapporterai les observations suivantes.

Le 18 Janvier 1774; var. de 6 h. à 7 h. 1′ O. de 7 h. à 8 h. *station;* de 8 h. à 9 h. 1′ E.

Le 4 Août 1774; var. de 6 h. à 7 h. 2′ O. de 7 h. à 8 h. 2′ E.

Le 18 Août 1775; var. de 6 h. à 7 h. 1′ O. de 7 h. à 8 h. 1′ E.

Le 5 Octobre 1775; var. de 6 h à. 7 h. *station;* de 7 h. à 8 h. 1′ O. de 8 h. à 9 h. 1′ E.

Le 7 Novembre 1775; var. de 6 h. à 7 h. 1′ O. de 7 h. à 8 h. *nulle;* de 8 h. à 9 h. 1′ E.

5 jours.

Je serois assez tenté de les rapporter au n.° 1.

§. 77. Troisième rédaction.

§. 77. Les observations suivantes me paroissent appartenir réellement à la seconde sorte du mouvement, n.° 2.

Le 17

Le 17 Juin 1771 ; var. de 7 h. à 8 h. 11′ O. de 8 h. à 9 h. 9′ E. puis O.

Le 1 Juillet 1771 ; var. de 6 h. à 7 h. $2\frac{1}{2}'$ O. de 7 h. à 8 h. $4\frac{1}{2}'$ E. de 8 h. à 9 h. $\frac{1}{2}'$ E.

Le 22 Juillet 1771 ; var. de 6 h. à 7 h. 1′ O. de 7 h. à 8 h. 1′ O. de 8 h. à 9 h. 3′ E.

Le 26 Août 1771 ; var. de 6 h. à 7 h. *ſtation ;* de 7 h. à 8 h. 4′ O. de 8 h. à 9 h. 4′ O. de 9 h. à 10 h. 8′ E.

Le 9 Septembre 1771 ; var. de 6 h. à 7 h. 1′ O. de 7 h. à 8 h. 1′ O. de 8 h. à 9 h. 2′ E.

Le 10 Septembre 1771 ; var. de 6 h. à 7 h. 2′ O. de 7 h. à 8 h. 5′ O. de 8 h. à 9 h. 4′ O. *ſomme*, 9′ O. de 9 h. à 10 h. *ſtation ;* de 10 h. à 11 h. 1′ E. de 11 h. à 1 h. *ſtation ;* de 1 h. à 2 h. 5′ E.

Le 13 Juillet 1772 ; var. de 6 h. à 7 h. *ſtation ;* de 7 h. à 8 h. 3′ O. de 8 h. à 9 h. *ſtation ;* de 9 h. à 10 h. 7′ E. de 10 h. à 11 h. *ſtation ;* de 11 h. à 12 h. 2′ E.

Le 18 Octobre 1772 ; var. de 6 h. à 7 h. 8′ O. de 7 h. à 8 h. 4′ E. de 8 h. à 9 h. 3′ E.

Le 20 Octobre 1772 ; var. de 6 h. à 7 h. *ſtation ;* de 7 h. à 8 h. 3′ O. de 8 h. à 9 h. *ſtation ;* de 9 h. à 10 h. 2′ E.

Le 25 Avril 1773 ; var. de 7 h. à 8 h. 2′ O. de 8 h. à 9 h. 3′ E.

Le 27 Juin 1773 ; var. de 6 h. à 8 h. *ſtation ;* de 8 h. à 9 h. 6′ O. de 9 h. à 10 h. 5′ E. de 10 h. à 11 h. 1′ O.

Le 5 Août 1773 ; var. de 6 h. à 7 h. 6′ O. de 7 h. à 8 h. 7′ E.

Le 22 Juillet 1774 ; var. de 6 h. à 7 h. 2′ O. de 7 h. à 8 h. 1′ O. de 8 h. à 9 h. 2′ E. de 9 h. à 10 h. 1′ E.

Le 28 Avril 1775 ; var. de 6 h. à 7 h. 2′ O. de 7 h. à 8 h. 6′ E.

Le 7 Septembre 1775 ; var. de 6 h. à 7 h. $3\frac{1}{2}'$ O. de 7 h. à 8 h. $2\frac{1}{2}'$ E. de 8 h. à 9 h. $3\frac{1}{2}'$ E.

---

15 jours, qui me paroiſſent appartenir ſeuls à la ſeconde ſorte, première claſſe, du mouvement n.° 2, & même on

pourroit, peut-être, faire encore quelque réduction sur quelques-uns d'entr'eux.

Seconde Classe.

§. 78. Résultat des observations. §. 78. J'ai dit (§. 75), qu'il y avoit six observations, qui indiquent une espèce distincte de mouvement; ce sont celles des jours où l'Aiguille se meut à deux reprises vers l'E. & vers l'O. entre 6 h. & 8 h. du matin: cela a eu lieu, ...

Le 30 Juin 1771; var. de 6 h. à 7 h. 2′ O. de 7 h. à 8 h. 2′ E. de 8 h. à 9 h. 1′ O. de 9 h. à 10 h. 4′ E. de 10 h. à 11 h. 2′ E.

Le 25 Mars 1772; var. de 6 h. à 7 h. 1′ E. de 7 h. à 8 h. 1′ O. de 8 h. à 9 h. 6′ E.

Le 22 Mars 1772; var. de 6 h. à 7 h. 1′ E. de 7 h. à 8 h. 2′ O. de 8 h. à 9 h. 2′ E.

Le 12 Février 1774; var. de 6 h. à 7 h. 1′ E. de 7 h. à 8 h. 1′ O. de 8 h. à 9 h. *nulle;* de 9 h. à 10 h. 1′ E.

Le 13 Août 1774; var. de 6 h. à 7 h. *station;* de 7 h. à 8 h. 3′ E. de 8 h. à 9 h. 3′ O. de 9 h. à 10 h. 1′ E.

Le 30 Avril 1775; var. de 6 h. à 7 h. 2′ O. de 7 h. à 8 h. 2′ E. de 8 h. à 9 h. 2′ O. de 9 h. à 10 h. 2′ E.

6 jours.

La première & la seconde observations me paroîtroient appartenir à la seconde sorte, & les autres à la première sorte du n.° 2.

§. 79. Conclusion. §. 79. Il suit de tout ce que nous avons dit, que, sur les 350 jours que nous avons marqués, dans nos Tables, pour le mouvement, n.° 2, il y en a, ...

Pour le n.° 1, par les §§. 74, 75, 78, ...	20
§. 76, ...	7
Pour un genre douteux, ...	5
	32

Reste, pour le mouvement, n.° 2, 318 jours.

De ces 318 jours, il y en a, ...

Pour la première sorte (§§. 74, 75, 76, 78), .. 302
Pour la seconde sorte (§§. 77, 78), ... 16

318

D'où il résulte enfin que la seconde sorte a lieu très-rarement, & si rarement, qu'elle paroîtroit plutôt causée par l'action de quelques causes étrangeres, qu'être une suite, une modification naturelle de la variation diurne réglée.

V. *Examen du mouvement, n.° 3.*

§. 80. Ce mouvement, qui n'est qu'une modification du n.° 2, & qui n'est pas moins conforme que lui à une variation diurne très-régulière, mérite d'être discuté avec soin. §. 80. Résultats généraux.

La proportion du nombre des jours auxquels ce mouvement a eu lieu, est au nombre total des jours, ...

En 1771, comme	0·235	: 1
1772	0·161	: 1
1773	0·155	: 1
1774	0·234	: 1
1775	0·211	: 1
Milieu, ...	0·2	: 1

De sorte que ce mouvement a eu lieu, l'un portant l'autre, la cinquième partie du temps: peut-être aussi est-il sujet à un période de trois années; mais c'est ce que mes observations ne pourront établir que dans deux ans.

Si l'on se sert de l'Aiguille, n.° 4, la proportion est, ...

Pour 1775 .... comme	0·248	: 1
Pour le I. Trim. 1776	0·373	: 1
Milieu, ...	0·310	: 1

Pour l'Aiguille, n.° 6, on a, I. Trim. 1776 = 0·42 à 1.

Si l'on ſe ſert des obſervations faites à La Haye, en 1775; on aura, pour 1775, ...

Juillet	= 5 : 12	= 0·417	: 1
Septembre .	= 15 : 25	= 0·6	: 1
Octobre ..	= 12 : 31	= 0·384	: 1
Novembre.	= 10 : 30	= 0·333	: 1
Décembre .	= 7 : 31	= 0·226	: 1
Milieu		0·391	: 1

On a eu à Leiden, pour 1775, ...

Juillet	= 7 : 14	= 0·5	: 1
Août......	= 9 : 27	= 0·33	: 1
Milieu, ...		0·41	: 1

Proportion qui diffère beaucoup de ce qui a lieu chez moi; il n'y a que le mois de Décembre qui coïncide.

§. 81. Énumération des deux ſortes.

§. 81. Ce mouvement eſt, à proprement parler, de même nature que le mouvement n.° 2, & il eſt ſujet aux mêmes modifications. Il contiendra donc deux ſortes.

La première. Lorſque l'Aiguille continue à ſe mouvoir vers l'O., juſqu'à la dernière heure d'obſervation. Ce dont il y a des exemples, même dans les nombres moyens. Savoir, en Mai 1771, Juillet 1773, Novembre 1774, Décembre 1775.

La ſeconde Sorte. Lorſque l'Aiguille, après avoir fini ſon période vers l'E., recommence à ſe mouvoir un peu vers l'O., & puis revient encore à l'Eſt. On en trouve des exemples dans les nombres moyens en Janvier & Décembre 1772, & Mars & Novembre 1775. Je renvoie aux réflexions que j'ai faites, §. 73, & que je devrois répéter ici : il ſera plus important de diſcuter chacune de ces ſortes en particulier.

Première ſorte du mouvement, n.° 3.

§. 82. Réſultat des obſervations.

§. 82. Le mouvement, n.° 3, a eu lieu pendant 368 jours, &

la première ſorte a été obſervée 206 fois, ainſi les $\frac{5}{9}$ du tems. Je n'ai pas négligé de rapporter à cette ſorte les jours où l'Aiguille ne s'eſt approchée vers l'O. que d'une minute ou d'une demi-minute. Par les raiſons rapportées §. 74, on doit réellement faire abſtraction de ces derniers jours, & les rapporter au n.° 1. Ces jours ſont au nombre de vingt-un; ainſi, il n'en reſte que 185 pour la première ſorte du mouvement que nous examinons.

Les heures auxquelles ce nouveau mouvement vers l'Oueſt commence, ſont ſujettes à plus de variétés que celles auxquelles la première ſorte du n.° 2 finit (§. 74.) La ſorte que nous examinons a commencé, ...

4	fois à	5 h.
9	.....	6 h.
42	.....	7 h.
60	.....	8 h.
71	.....	9 h.
186		

De ſorte qu'on peut dire que 7, 8 & 9 h. ſont réellement celles auxquelles le mouvement commence; car, outre que les nombres, pour 5 & 6 h. ſont fort petits, le ſaut de ces nombres aux ſuivans, montre ſuffiſamment qu'ils ne ſont pas naturels: cette approche vers l'O. à ces heures, eſt aſſez conforme à ce qui a été obſervé à Londres & en Suède (§§. 17, 39, 40).

Seconde ſorte du mouvement, n.° 3.

Première Claſſe.

§. 83. Cette ſeconde ſorte eſt beaucoup plus fréquente & plus régulière que la ſeconde ſorte du mouvement, n.° 2. Sur 363 jours elle a eu lieu 158 fois, en y comprenant les jours où le mouvement vers l'Eſt ou vers l'O., ne monte qu'à une demi-minite. En exceptant, comme on le doit, (§. 74.) ces §. 83. Comparaiſon générale.

jours, qui font au nombre de quatorze, il en reftera 144 pour ces deux claffes de cette feconde forte. Des quatorze jours que nous venons de nommer, il y en a cinq qui appartiennent au mouvement n.° 1, & neuf qui appartiennent à la première forte du n.° 3. Les 144 jours reftans font les $\frac{2}{5}$ des 363 jours. Cette *fréquence* feule nous porteroit à établir que cette feconde forte du n.° 3, eft réellement dûe à un double période vers le foir, au contraire de ce qui a lieu pour la plus grande partie de la feconde forte du mouvement n.° 2. (§. 75.) C'eft ce qui fe confirme encore par la confidération des différentes heures auxquelles le mouvement commence: & en effet, fi cette forte a lieu, elle indique un vrai période: il lui faudra donc plus de tems que pour la première forte, qui n'indique que le commencement d'un période: & c'eft en effet ce qui a lieu: car nous avons vu que fept, huit & neuf heures, & fur-tout huit & neuf heures font les heures auxquelles la première forte commence le plus fréquemment; de forte qu'on n'obferve ordinairement ce période que pendant une heure ou deux, ou au plus pendant 3 heures: au contraire, la feconde forte commence le plus fréquemment à fix heures; car elle a commencé, ...

5 fois à	4 h.
23	5 h.
29	6 h.
29	7 h.
27	8 h.
2	9 h.
1	10 h.
116	

De forte que ce mouvement commence ordinairement entre 5 & 8 h. & que ces heures partagent le temps, à-peu-près, en parties égales: le jour où ce mouvement a commencé à 10 h. a été le 28 Mars 1772, jour d'une petite Aurore boréale, & auquel j'ai obfervé l'Aiguille jufqu'à 11 h.

§. 84. Rédaction.

§. 84. On pourroit peut-être faire à ces 186 jours une

rédaction semblable à celle que nous avons faite (§. 76,) pour la seconde sorte du mouvement, n. 2, en rapportant à de petites irrégularités les mouvemens qui ne montent qu'à une seule minute; mais comme le nombre de ces jours est de 59 sur 116, & par conséquent la moitié du total, que de plus ce période est le plus souvent de trois à quatre heures, je serois porté à croire que ce mouvement dépend réellement de la nature de la variation régulière, sur-tout parce que ce double mouvement est confirmé par les Observations de M. GRAHAM, & des Physiciens Suédois. (§. 17, 39, 40.) En tout cas, si l'on vouloit faire cette réduction, il y auroit trois jours qui appartiendroient au n.° 1, parce que l'approche vers l'O. n'est que d'une minute, & qu'ensuite l'Aiguille continue à se mouvoir vers l'E. : il y en auroit vingt-huit qui appartiendroient à la première sorte du n.° 3, & quatorze qu'on ne sauroit rapporter avec plus de raison à un genre qu'à un autre. Mais, comme je l'ai dit, je préférerois de rapporter tous ces jours à un double mouvement, de façon qu'il y auroit eu le soir un nouveau période complet entre cinq, ou six, ou sept, ou huit heures, & dix heures, pendant 116 jours. MM. CELSIUS & HIORTER avoient aussi remarqué que les mouvemens du soir sont plus petits que ceux du matin.

Seconde Classe.

§. 85. Enfin il y a ici, tout comme pour la seconde sorte du mouvement n.° 2, (§. 78.) quelques observations qui indiquent une classe distincte de mouvement. Ces observations sont au nombre de vingt-huit. Ce sont celles où l'Aiguille, après s'être approchée de l'O. puis encore de l'E., comme dans la première classe que nous venons d'examiner, retourne de nouveau vers l'O. De ces vingt-huit observations, il y en a trois, où un des balancemens, qui constitue ce mouvement, n'est que d'une demi-minute, & que nous ne considérons par conséquent pas. De ces trois observations il y en a une qui appartient au n.° 1, & deux qui appartiennent à la première sorte du n.° 3,

§. 85. Résultat général. Énumération de deux espèces.

Reste donc vingt-cinq Observations qu'il faut examiner. Elles se subdivisent en deux espèces : il y en a deux qui appartiennent à la première, & quatre qui sont de la seconde espèce.

§. 86. Première espèce.

§. 86. I. Espèce. La première espèce est celle que nous venons de décrire. S'il n'y a aucune de ces Observations qui soit dûe à l'action de quelque cause régulière, il suit que, dans ce cas, l'Aiguille, après avoir achevé son grand période diurne, en acheveroit encore un petit, & en recommenceroit un nouveau : car, après avoir fini son grand période, elle se meut O. E. & puis de nouveau O. Quoi qu'il en soit, ce mouvement a commencé, ...

2 fois à 4 h.
7 ..... 5 h.
4 ..... 6 h.
6 ..... 7 h.
1 ..... 8 h.

20

De plus, une fois, le 24 Juillet 1774, jour d'Aurore boréale, à 11 heures; mais, ce jour-là, j'ai observé l'Aiguille plutard que de coutume : en supposant aussi qu'on attribuât légitimement tous les balancemens d'une minute, à des causes irrégulières, il y auroit huit observations, dans ce cas, dont cinq appartiendroient à la première classe de cette seconde sorte, deux à la première sorte de ce mouvement, n.° 3, & une au n.° 1 ; mais, je l'ai déjà dit, je n'ose rien établir là-dessus. Il est digne de remarque, que le mouvement dont nous parlons, n'a pas été observé en 1773 ; il ne l'a été que deux fois en 1772, cinq fois en 1771 ; huit fois en 1774, & sept fois en 1775.

§. 86*. Seconde espèce.

§. 86*. Le seconde espèce contient cette sorte de mouvement par lequel l'Aiguille, après s'être approchée pour la seconde fois de l'O. s'approche de l'E. pour la troisième fois : de sorte, qu'après avoir achevé son grand période, elle va de nouveau

O. E. :

O. E.: c'eſt-à-dire, qu'elle fait un nouveau période co
plet, ou du moins qu'elle eſt déjà dans la ſeconde partie,
rientale de ce ſecond période. Voici les mouvemens tels q
ont été obſervés.

Le 27 Décembre 1774.		Le 23 Octobre 1774.	
De 5 h. à 6 h. var.	$1\frac{1}{2}'$ O.	De 5 h. à 6 h. var.	5′ O.
6 h. à 7 h.	3′ E.	6 h. à 7 h.	6′ O.
7 h. à 8 h.	$1\frac{1}{2}'$ O.	7 h. à 8 h.	3′ E.
8 h. à 9 h.	$1\frac{1}{2}'$ O.	8 h. à 9 h.	5′ O.
9 h. à 10 h.	1 E.	9 h. à 10 h.	2′ E.

Le 20 Novembre 1774.		Le 11 Janvier 1775.	
De 5 h. à 6 h. var.	2′ O.	De 6 h. à 7 h. var.	1′ O.
6 h. à 7 h.	0	7 h. à 8 h.	3′ E.
7 h. à 8 h.	2′ E.	8 h. à 9 h.	2′ O.
8 h. à 9 h.	2′ O.	9 h. à 10 h.	2′ E.
9 h. à 10 h.	2′ E.		

Peut-être pourroit-on mettre ce mouvement dans la claſſe des petites irrégularités: au moins a-t-il lieu bien rarement, puiſqu'il n'eſt que 4 fois ſur 1765 jours; c'eſt-à-dire, une fois ſur 441 jours.

§. 87. En réſumant ce qu'on vient de dire, il s'enſuit, que de 364 jours, qui ſont marqués comme appartenant au n.° 3, il y en a . . . . §. 87.

27 pour le n.° 1 (§§. 82, 83, 85).
196 pour le n.° 3, première ſorte (§§. 82, 83, 85) . . .
116 pour le n.° 3, première claſſe de la ſeconde ſorte . .
21 Pour le n.° 3, première eſpèce de la ſeconde claſſe de la ſeconde ſorte 33
4 pour le n.° 3, ſeconde eſpèce de la ſeconde claſſe de la ſeconde ſorte . . . .

La première ſorte eſt un peu plus fréquente que la ſecon
la proportion eſt comme 196 à 141 = 1.38 à 1: la prem
n'excède donc la ſeconde que $\frac{4}{10}$ parties à-peu-près. Ce

fait voir que ces deux classes sont également essentielles, également propres à la nature du mouvement, n.° 3.

VI. *Examen du mouvement, n.° 4.*

§. 88. Résultat général.

§. 88. Ce mouvement n'est qu'une combinaison des mouvemens n.os 2 & 3. Pendant cinq années il a eu lieu 270 fois sur 1765 jours. La proportion du nombre de jours auxquels il a eu lieu, est au nombre total des jours, ...

En 1771, comme	0·158 : 1
1772	0·180 : 1
1773	0·151 : 1
1774	0·101 : 1
1775	0·186 : 1
Milieu..	0·155 : 1

Aiguille, n.° 4.

1775	0·254 : 1
I. Trim. 1776, comme	0·274 : 1
Milieu ..	0·264 : 1

Aiguille, n.° 6.

I. Trim. 1776, comme	0·209 : 1

Ce mouvement n'a donc lieu qu'un peu plus de la septième partie, & un peu moins de la huitième partie de tout le temps: il est donc moins fréquent que le n.° 3; peut-être est-il aussi sujet à quelque période de trois ans?

Si l'on se sert des observations faites à La Haye & à Leiden, on aura, ...

A La Haye;

Juillet ... =	4 :	12 =	0·333 : 1
Septembre =	3 :	25 =	0·120 : 1
Octobre .. =	8 :	31 =	0·290 : 1
Novembre =	4 :	30 =	0·133 : 1
Décembre =	8 :	31 =	0·290 : 1
Milieu . =	27 :	129 =	0·255 : 1

A Leiden ;

Juillet . . =	2 : 14 = 0.143 : 1
Août. . . =	17 : 27 = 0·630 : 1
Milieu =	19 : 41 = 0·386 : 1

Ce qui eſt différent de ce qui a eu lieu chez moi, pour l'ancienne Aiguille.

§. 89. Comme ce mouvement eſt une combinaiſon des mouvemens n.^{os} 2 & 3, & que ceux-ci contiennent deux ſortes, & même deux claſſes dans la ſeconde ſorte, ce qui fait réellement trois claſſes de mouvement, il eſt clair que la combinaiſon, ou plutôt la permutation de ces claſſes trois à trois, fera neuf modifications diſtinctes du préſent mouvement, n.° 4 : modifications qui, pour paroître moins régulières au premier abord, n'en ſont réellement pas moins régulières que le n.° 1. On ſent auſſi que tout ce que nous avons dit ci-deſſus des heures auxquelles les différentes modifications des n.^{os} 2 & 3 commencent & finiſſent, eſt également applicable ici. Il ſeroit inutile de s'y arrêter ; il vaudra mieux conſidérer ſéparément ces 9 modifications du n.° 4. §. 89. Énumération des modifications.

§. 90. *Première Modification.* Matin, première ſorte du n.° 2 : ſoir, première ſorte du n.° 3. §. 90. Première modification.

Ceci a eu lieu cent ſeize fois; mais il y a dix-neuf jours qu'on doit en excepter à cauſe que le balancement du matin ou du ſoir, ou tous les deux, ne montent qu'à une demi-minute. De ces dix-neuf jours, il y en a un qui appartient au n.° 1, huit qui appartiennent au n.° 2, & dix qui appartiennent au n.° 3 : il ne reſte donc que quatre-vingt-dix-ſept jours pour cette première modification.

§. 91. *Seconde Modification.* Matin, première ſorte du n.° 2 : ſoir, première claſſe de la ſeconde ſorte, n.° 3. §. 91. Seconde modification.

Cette modification a eu lieu ſoixante-cinq fois; mais, par les raiſons ſuſdites, il en faut excepter neuf jours, dont deux appar-

tiennent au n.° 2, trois au n.° 3, & quatre à la première modification. Reste donc cinquante-six jours pour cette seconde modification.

§. 92. Troisième modification.

§. 92. *Troisième Modification.* Matin, première sorte, n.° 2 : soir, seconde classe de la seconde sorte, n.° 3.

Ceci a eu lieu quinze fois seulement; encore faut-il en excepter deux jours qui appartiennent, l'un au n.° 2, l'autre à la seconde modification. Restent treize jours pour la troisième.

§. 93. Quatrième modification.

§. 93. *Quatrième Modification.* Matin, seconde sorte du n.° 2, première classe : soir, n.° 3, première sorte.

Ceci a eu lieu trente-sept fois : il en faut excepter 11 jours, dont un pour le n.° 1, deux pour le n.° 2, quatre pour le n.° 3, quatre à la première modification du présent n.° 4. Il ne reste donc que vingt-six jours.

§. 94. Cinquième modification.

§. 94. *Cinquième Modification.* Matin, première classe, seconde sorte, n.° 2 : soir, première classe, seconde sorte, n.° 3.

Cette modification a eu lieu vingt-huit fois : il en faut ôter onze jours, dont trois pour le n.° 1, quatre pour le n.° 2, deux pour le n.° 3, un pour la première modification, & un pour la seconde modification; restent donc dix-sept jours pour cette cinquième.

§. 95. Sixième modification.

§. 95. *Sixième Modification.* Matin, première classe, seconde sorte, n.° 2 : soir, seconde classe, seconde sorte, n.° 3.

Ceci n'a eu lieu que cinq fois. De ces cinq jours il en faut excepter un qui appartient au n.° 1 : restent quatre jours pour cette sixième modification, qui n'a pas été observée en 1771 & 1772.

§. 96. Septième modification.

§. 96. *Septième Modification.* Matin, seconde classe, seconde sorte, n.° 2 : soir, première sorte, n.°. 3.

Ceci n'a eu lieu que trois fois, encore faut-il en ôter un jour;

... appartient au n.° 1 ; reſtent deux jours. Cette modification n'a été obſervée qu'en 1772 & 1773.

§. 97. *Huitième Modification.* Matin, ſeconde claſſe, ſeconde ſorte, n.° 1 : ſoir, première claſſe, ſeconde, n.° 3. §. 97. Huitième modification.

Cette modification n'a pas eu lieu pendant les cinq années de mes obſervations.

§. 98. *Neuvième Modification.* Matin, ſeconde claſſe, ſeconde ſorte, n.° 2 : ſoir, ſeconde claſſe, ſeconde ſorte, n.° 3. §. 98. Neuvième modification.

Ceci n'a eu lieu qu'une fois en 1773.

§. 99. En réſumant ce qui a été dit dans les §§. précédens, on verra que de ces 270 jours, il y en a quarante-trois qui appartiennent à d'autres mouvemens, ſavoir: .... §. 99. Réſumé général.

7	pour le n.° 1	(§§. 90, 93, 94, 95, 96)
17	...... n.° 2	(§§. 90, 91, 92, 93, 94)
19	...... n.° 3	(§§. 90, 91, 93, 94)
43		

Il ne reſte donc réellement que 227 jours, pour le n.° 4 même ; ils ſont diſtribués de la façon ſuivante, dans les neuf modifications que nous avons déjà diſcutées, & que nous allons ranger ſelon l'ordre de leur ſimplicité.

I. ..	106	(§§. 90, 91, 93, 94)
II. ..	58	(§§. 91, 92, 94)
IV. ..	26	(§. 93)
V. ..	17	(§. 94)
III. ..	13	(§. 92)
VI. ..	4	(§. 95)
VII. ..	2	(§. 96)
VIII. ..	0	(§. 97)
IX. ..	1	(§. 98)
	227	

On voit que la *fréquence* de ces modifications eſt d'autant

plus grande, qu'elles sont plus simples : celles des n.os 1, 2, 4; sont les plus fréquentes de toutes, & celles du seul n.o 1, sont presque aussi fréquentes que toutes les autres prises ensemble; il se pourroit même que celles des n.os 6, 7, 8, 9, ne fussent dûes qu'à quelques petites irrégularités, & ne fussent pas naturelles à la variation réglée de l'Aiguille : leur *rareté* seule rendroit cette conjecture probable ; & elle est encore confirmée, en ce que ces mouvemens ont été très-petits, les sept fois que je les ai vus.

VII. *Examen du mouvement, n.o 5.*

§. 100. Résultat général.

§. 100. La seule inspection des Tables fait voir combien ce mouvement est rare : la proportion est, ...

En 1771	de	0·045 : 1
1772	de	0·028 : 1
1773	de	0·031 : 1
1774	de	0·03 : 1
1775	de	0·033 : 1

La proportion moyenne est donc de 0·035 : 1; c'est-à-dire, 35 sur 1000, & par conséquent, l'un portant l'autre, une fois tous les trente jours. Pour l'Aiguille, n.o 4, ce mouvement n'a eu lieu qu'une fois sur 271 jours, dans les neuf derniers mois de 1775, & trois fois dans le premier Trimestre de 1776 : donc, en tout, quatre fois sur 362 jours, ou une fois sur 90 jours. Pour l'Aiguille, n.o 6, il a eu lieu deux fois dans le premier Trimestre de 1776.

Si l'on se sert des observations que j'ai fait faire en Hollande, la proportion du nombre des jours, sera à celle de tous les jours, en 1775 : ....

A La Haye.			
Juillet	"	:	12
Septembre...	"	:	25
Octobre.....	"	:	31
Novembre...	3	:	30
Décembre...	3	:	31
Somme....	6	:	129 = 1 : 21·5

A Leiden, l'Aiguille ne s'eſt pas mûe une ſeule fois, tout le jour, vers l'O. pendant les 41 jours que j'y ai fait des obſervations.

§. 101. Quoique l'Aiguille ſe ſoit réellement mûe vers l'Oueſt pendant cinquante-neuf jours, il s'en faut bien qu'ils appartiennent tous au mouvement dont il eſt queſtion dans cet article. Pour le faire ſentir, il n'y a qu'à faire attention à l'effet que les mouvemens, n.os 2, 3, & 4, doivent produire ſur les heures du *maximum*, & qu'à ſe rappeler que j'ai mis dans mes Tables, ſous le titre de n.° 6 & 5, tous les jours auxquels le *maximum* eſt tombé à la première ou à la dernière Obſervation, ſans faire attention ſi ce *maximum* tomboit de plus à quelqu'heure intermédiaire ou non. Or, comme par le mouvement, n.° 2, l'Aiguille s'approche d'abord de l'E. pour continuer enſuite ſon période ordinaire, il eſt clair que celui-ci n'en ſera pas moins régulier, quoique la déclinaiſon ſoit plus grande à ſix heures du matin qu'à une autre heure du jour quelconque, & quoique ce jour ſe trouvera par conſéquent rangé ſous la ſixième claſſe de mouvement. La même choſe peut avoir lieu pour les heures du ſoir. Comme dans le mouvement, n.° 3, l'Aiguille s'approche de nouveau le ſoir vers l'O. après avoir fini ſon période, elle peut s'en approcher davantage qu'elle n'a fait à aucune des heures du jour, paroître par-là ſe mouvoir vers l'O. & ſe trouver, par cette raiſon, rangée dans la Table trente-cinquième, ſous la cinquième ſorte de mouvement, quoique ce mouvement ſoit cependant très-réglé, & appartienne dans le vrai au n.° 3. Enfin les différentes combinaiſons des n.os 2 & 3, & ſur-tout du n.° 4, peuvent faire que le *maximum* ſe trouve à différentes heures. D'où il ſuit, pour le dire en paſſant, que tous les jours où l'heure du *maximum* ſe trouve marquée *irr* dans la colonne pénultième des Tables 31, 32, 33, ne ſont pas des jours irréguliers: & l'on voit les cauſes de cette irrégularité apparente, & comment on la doit rapporter aux jours réguliers. Il faudroit donc réellement diſtinguer entre le *maximum* vrai & le *maximum* relatif. Le *maximum* vrai, c'eſt la plus grande déclinaiſon

§. 101. Réflexions ſur les mouvemens, n.os 5 & 6.

du jour : le *relatif*, c'eſt la plus grande du période de l'Aiguille ou ce ſont les plus grandes des périodes, ſi l'Aiguille en fa plus d'un ; & il eſt clair que la régularité ou l'irrégularité d mouvement dépend de ce *maximum* relatif, & non du *max mum* abſolu.

Il eſt donc clair, en conſéquence de ces réflexions, que ſeroit à tort qu'on rangeroit ſous les n.os 5 & 6 tous les jours q ſont rangés ſous ce titre dans nos Tables. Je les y ai cependa miſes, pour ne pas paroître augmenter le nombre des jo réguliers ſans raiſon. Quand on ne feroit pas les réductions c j'ai déjà faites, & celles que je ferai encore, il y reſteroit t jours aſſez de régularité dans mes Obſervations.

§. 102. Première réduction.

§. 102. Le nombre des jours que j'ai mis ſous le titre mouvement n.° 5, ſe monte à 59 : de ces 59 il y en a où le mouvement s'eſt réellement fait *tout le jour vers l'Oue* & il y en a 18 qui doivent être attribués à d'autres mouve mens.

Je dis qu'il y a quarante-un jours où le mouvement s'eſt fai *tout le jour* vers l'Oueſt : ce qui ne ſe doit pas entendre comm ſi ce progrès vers l'O. ſe faiſoit ſans interruption : au contraire il arrive ſouvent qu'il y a encore un petit balancement ve l'E. ſoit le ſoir, ſoit pendant le jour ; ou que l'Aiguille reſt ſtationnaire pendant du tems, pour s'approcher enſuite ve l'Oueſt. Quelquefois, & ſur-tout en hiver, cette approche n'e que d'une minute. Voici la diſtribution des quarante-un jou pour les cinq années. J'y ajouterai le nombre de jours que l'A guille a balancé vers l'E. & celui des jours où le mouveme n'a été que d'une ſeule minute, & où par conſéquent l'Aigui a été à-peu-près ſtationnaire : ceci n'a eu lieu que dans les m d'hiver.

Ou

	Oueft.	Un peu E.	1'
1771	11	3	4
1772	10	5	1
1773	7	4	2
1774	7	4	1
1775	6	1	2
Somme	41	17	10

La proportion au nombre total des jours, eft donc, à-peu-près, d'un quarante-troifième.

§. 103. Des 18 autres jours, il y en a 14 qui appartiennent aux n.os fuivans. §. 103. Seconde réduction.

N.° 3 { Première forte · · · 4 ; Seconde forte · · · 2 } 6

N.° 4 { Première modification · · 7 ; Troifième modification · 1 } 8

Mais il y a quatre autres Obfervations, plus fingulières, & qui paroiffent beaucoup plus oppofées à la nature du mouvement régulier. Ce font celles des jours où l'Aiguille va toute la matinée vers l'E. foit régulièrement, foit avec quelque petite irrégularité, au lieu d'aller vers l'O. & s'en retourne le foir vers l'O. au lieu de s'en retourner vers l'E. Ce mouvement paroît donc être en tous points l'oppofé du n.° 1, & c'eft celui qui a lieu le plus fouvent à *Sparendam.* C'eft cette feule confidération qui m'engage à en faire une efpèce diftincte, une huitième forte : j'en parlerai ci-après, §. 110.

J'ajouterai feulement encore, que des quarante-un jours qui appartiennent au n.° 5, il y en a fept que je fais *déjà* avoir été des jours d'Aurore boréale, & cinq à la veille ou au lendemain defquels ce Météore a paru.

VIII. *Examen du mouvement, n.° 6.*

§. 104. Résultat général. §. 104. L'inspection des Tables suffit derechef pour faire voir, en un mot, combien rarement il arrive que l'Aiguille se meut tout le jour vers l'E. Ce mouvement est cependant plus fréquent que le précédent. La proportion du nombre des jours auxquels il a eu lieu, est au nombre total des jours, ...

En 1771, comme	0·056 : 1
1772 ······	0·033 : 1
1773 ······	0·045 : 1
1774 ······	0·074 : 1
1775 ······	0·058 : 1
Moyen, comme	0·053 : 1

Cette proportion est donc, à-peu-près, d'un vingtième.

Si l'on se sert de l'Aiguille, n.° 4, la proportion sera, pour les neuf derniers mois de 1775, comme 13 : 271, aussi, à-peu-près, d'un vingtième; mais, dans le premier trimestre de 1776, ce mouvement n'a eu lieu, ni pour l'Aiguille, n.° 4, ni pour celle, n.° 6.

En employant les observations faites à La Haye en 1775, on aura la proportion, ...

En Juillet, comme	0 :	12
Sept. ·······	1 :	25
Octob. ······	2 :	31
Nov. ·······	2 :	30
Déc. ·······	6 :	31
	11 :	129 = 0·09 : 1

A Leiden, l'Aiguille ne s'est pas mûe une seule fois vers l'E. pendant 41 jours que j'y ai fait des observations.

§. 105. Première réduction. §. 105. Les réflexions que j'ai proposées dans le §. 101. sont exactement applicables ici, & contiennent les raisons de la réduction que je vais faire.

Le nombre des jours marqués sous le titre n.° 6, se monte à quatre-vingt-seize : de ces quatre-vingt-seize, il n'y en a réellement que cinquante-deux qui appartiennent au vrai mouvement n.° 6, & pendant lesquelles l'Aiguille s'est réellement mûe vers l'E. encore cela ne s'est-il fait qu'avec quelques balancemens vers l'O. Je vais donner ici une Table semblable à celle du §. 102.

	A l'E.	Un peu O.	1'
1771	10	3	3
1772	7	0	4
1773	10	5	3
1774	15	5	1
1775	10	10	1
Somme	52	17	12

La proportion du nombre des jours, est donc au total, à-peu-près, comme 1 à 34.

De ces 52 jours, il y en a 5 où il y a des Aurores boréales, & 11 où il y en eut la veille, ou le lendemain.

§. 106. Les autres jours se rapportent aux n.os suivans. §. 106. Seconde réduction.

Au n.° 2		19		44 jours
Au n.° 4	Première modificat.	14	20	
	Seconde modificat.	4		
	Troisième modificat.	2		
Au mouvement n.° 7		3	5	
Au mouvement n.° 8		2		

IX. *Examen du mouvement, n.° 7.*

§. 107. J'entends par mouvement irrégulier, lorsque l'Aiguille vacille tantôt d'un côté, tantôt de l'autre. Ces vacillations sont quelquefois de plusieurs degrés, & quelquefois de peu de minutes, comme il a été dit. (§. 61. n.° 7.) Je ne considérerai ici que la seconde & la troisième sorte, qui sont, à proprement parler, les seules vraiment irrégulières. §. 107. Résultats généraux.

En prenant les nombres tels qu'ils se trouvent dans nos Tables, on aura la proportion suivante du nombre des jours irréguliers au nombre total des jours,

En 1771, comme	0·018	: 1
1772	0·061	: 1
1773	0·104	: 1
1774	0·093	: 1
1775	0·060	: 1
Moyen, comme	0·087	: 1

Où l'on voit combien le nombre de ces jours a augmenté, de 1771 à 1772, & de 1772 à 1773; il a ensuite diminué assez considérablement.

Pour l'Aiguille, n.° 4, la proportion est,

En 1775, comme	0·065	: 1
I. Trim. 1776	0·044	: 1
Milieu, comme	0·055	: 1

Pour l'Aiguille, n.° 6, on a, premier trimestre 1776, comme 0·033 : 1; & on trouve,

Pour La Haye;

Juillet, comme	0	: 12
Sept.	2	: 25
Octob.	0	: 31
Nov.	7	: 30
Déc.	2	: 31
Milieu, comme	11	: 129 = 0·09 : 1

Pour Leiden;

Juillet, comme	3	: 14
Août,	0	: 27
Moyen, comme	3	: 41 = 0·07 : 1

§. 108. Réductions. §. 108. On peut faire une réduction des jours que j'ai placés, parmi les irréguliers, & qui se montent à cent trente. Ces irré-

gularités ont quelquefois lieu tout le jour, ou plusieurs jours de suite, comme par exemple, les 27, 28, 29 Octobre 1772 : les 8, 9, 10 Juillet 1772 : le 18, 19 Janvier, & 29, 30 Juin 1773. Quelquefois elles n'ont lieu que le matin pendant une heure ou deux; quelquefois au milieu du période. Quelquefois, & le plus souvent, le soir: alors il y a ordinairement Aurore boréale: quelquefois aussi l'Aiguille fait, pendant tout le jour, un balancement de 2′ ou 3′ à plusieurs heures. Quelquefois enfin j'ai mis sur le compte des jours irréguliers, ceux où il s'est fait un très-grand changement subit, quoique du reste il ait lieu dans le sens requis pour ne pas troubler la sorte de mouvement que l'Aiguille a alors : comme, par exemple, le 19 Janvier 1772, où il s'est fait un changement de 34′ entre huit ou neuf heures du soir. Voici la Table de toutes ces sortes. J'y ai ajouté le nombre de fois que je sais qu'il y a eu des Aurores boréales, ou que j'en ai eu soupçon.

Jours réellement irréguliers.		Aur. bor.	Soupç.	Aurore boréale la veille, ou lendemain.
Tout le jour	19	6	0	4
Seulement le matin	3	1		
Seulement le soir	55	41	3	3
Le matin & le soir	1	0	1	
Au milieu du période	6			
Balancemens de l'Aiguille	8	0	2	2
	92	48	6	9
Pour les autres numéros	7	0	1	1
Somme	92	48	6	10

Jours irréguliers, seulement à cause des changemens subits, mais qui, du reste, appartiennent . . . .

Au n.° 2		1		7
Au n.° 3	Première sorte	2	5	
	Seconde sorte	2		
	Seconde sorte, première espèce	1		
Au n.° 4, sixième modification		1		

Ce qui fait environ une dix-huitième partie de tous ces jours : & il y a au moins cinquante-huit de ces quatre-vingt-dix-neuf jours

dont les irrégularités ſont produites par des Aurores Boréales ou du moins en ſont accompagnées.

§. 109. Seconde réduction.

§. 109. Les trente-un jours reſtans, appartiennent réellement aux n.os ſuivans.

				A. b.	Lend.	veil.
Au n.° 2				3	″	3
Au n.° 3	Première ſorte	3		16	12	3
	Seconde ſorte, I. eſp.	8	13			
	Seconde ſorte, II. eſp.	5				
Au n.° 4	Première modification	5		12	5	2
	Seconde	2				
	Troiſième	3				
	Quatrième	1				
	Cinquième	1				
	Somme			31	17	6

X. *Examen de la huitième ſorte de mouvement.*

§. 110. Conſidérations ſur ce mouvement.

§. 110. J'ai déjà dit (§§. 68, 31, 103) que j'entendois par cette ſorte le mouvement qui a lieu, lorſque l'Aiguille ſe meut le matin vers l'E. & le ſoir vers l'O. au lieu de ſe mouvoir le matin vers l'O. & le ſoir vers l'E. comme dans le n.°. Il arrive quelquefois auſſi que l'Aiguille, après s'être mûe E. O. s'en retourne encore un peu vers l'E. en ſorte que le mouvement eſt E. O. E. qui eſt le contraire du mouvement O. E. O. du n.° 3. Ce mouvement eſt exceſſivement rare : car il n'a eu lieu que ſix fois ſur cent ſoixante-ſeize jours, ou une fois ſur deux cens quatre-vingt-quatorze. Le mouvement E. O. a eu lieu cinq fois, & l'E. O. E. une fois : ces jours ont été :

Le 16 Août. 1771.
Le 1 Sept. 1771 : Aur. bor.
Le 7 Sept. 1771 : le 6 Aur. b.
Le 7 Oct. 1771 : le 6 Aur. b.
Le 2 Sept. 1774 : le 3 Aur. b.
Enfin le 28 Déc. 1775 : le 26 Aur. b.

Ce mouvement me paroît donc dû à des cauſes étrangères, au moins dans le lieu que j'habite; car on a vu ci-deſſus, qu'il eſt fréquent à Sparendam.

J'aurai encore occaſion de revenir à ceci dans la ſuite; *Ch. VI.*

XI. *Résumé général des huit sortes de mouvement.*

§. 111. J'ai examiné les différentes sortes de mouvemens assez en détail : j'ai discuté chacun d'eux : je vais donner ici, conformément à cette réduction, un résumé de tous les mouvemens. En voici le Tableau. §. 111. Tableau des mouvemens.

N.° 1,	A eu lieu certainement,			§. 71	496		562
	De plus,			§§. 78, 79, 87, 99	66		
N.° 2,	Première sorte,			§. 79	302	341	357
				§§. 99, 106, 109	39		
	Seconde sorte,			§. 74	16		
N.° 3,	I. sorte,			§. 87	196	222	378
				§§. 99, 103, 109	26		
	II. sorte,	I. classe,		§. 87	116	118	
				§. 103	2		
		II. classe,	I. espèce,	§. 87	21	29	
				§. 103	8		
			II. espèce,	§. 81	4	9	
				§. 109	5		
		II. classe (total)				38	
	II. sorte (total)					156	
N.° 4,	Première modification,			§. 99	106	132	267
				§. 103	7		
				§. 106	14		
				§. 109	5		
	Seconde modification,			§. 91	58	64	
				§. 106	4		
				§. 109	2		
	Troisième modification,			§. 99	13	19	
				§. 103	1		
				§. 106	2		
				§. 109	3		
	Quatrième modification,			§. 99	26	27	
				§. 109	1		
	Cinquième modification,			§. 99	17	18	
				§. 109	1		
	Sixième modification,			§. 99		4	
	Septième modification,			§. 9		2	
	Neuvième modification,			§. 99		1	
Ces quatre mouvemens sont ensemble les réguliers, & montent à . . . . Ce qui fait les 0.89 du total.							1564
N.° 5,				§. 102			41
N. 6,				§. 105			52
N.° 7,				§. 106	3		102
				§. 108	99		
N.° 8,	Première sorte,			§. 110	5		6
	Seconde sorte,			§. 111	1		
							1765

Les mouvemens irréguliers ne ſont donc à-peu-près qu'une neuvième partie de tous les jours. Selon M. Canton (§. 18.) ils n'en ſont pas la dixième partie.

L'Aiguille a été ſans la moindre variation, pendant huit jours: ſavoir, les 25, 29, 30, 31 Décembre 1773, le 20 Décembre 1774 : & les 2 & 8 Décembre 1775.

§. 112. Réduction à quatre genres.

§. 112. Les quatre mouvemens réguliers ſont, avec leurs diverſes eſpèces dix-ſept ſortes différentes. Nous allons les réduire à quatre genres principaux, eu égard au nombre de périodes que l'Aiguille achève pendant les ſeize heures que je l'obſerve.

J'appelle *grande période*, celle que l'Aiguille fait du matin au ſoir: & *petites périodes*, les mouvemens vers l'E. & E. O. que l'Aiguille a dans les mouvemens n.os 2, 3 & 4. J'appelle *période complette* celle dont on voit la première partie, *l'occidentale*, quand on commence, ou la ſeconde, *l'orientale*, quand on finit, quoiqu'à la rigueur elles puiſſent avoir commencé plutôt, & durer plus tard. Pour plus de clarté nous indiquerons ces périodes par des lettres

I. Genre : *une période.*

N.° 1, O.E.	562,	une période complette.
N.° 2, I. ſorte, E., O.E. ..	341	Une période complette; le matin, la fin d'une précédente.
N.° 3, I. ſorte, O.E., O. ..	222	Une période complette; le ſoir, le commencement d'une ſuivante.
N.° 4, I. modif. E., O.E., O.	132	Une période complette; le matin, la fin d'une précédente, & le ſoir, la fin d'une ſuivante; *ou*, en confondant les grandes & les petites périodes, il y en aura deux, ſavoir, E. O., E. O.
Somme	1257	

Ce qui eſt les 0.712 du total.

II. Genre : *deux périodes.*

N.° 2, II. ſorte, I. eſpèce, O.E., O.E.	16	Une petite période, enſuite la grande.
N.° 3, II. ſorte, I. claſſe, O.E., O.E.	118	Une grande période; le ſoir, une petite.

Somme .... 134 = 0.076 du total.

III. Genre :

III. GENRE : *deux périodes, & parties d'une troisième, ou d'une troisième & d'une quatrième.*

N.° 2, II. sorte, II. espèce, E., O.E., O.E.	0	{ Fin d'une période ; une petite période ; grande période.
N.° 4, II. modification, E., O.E., O.E. .	64	{ Fin d'une période ; grande période ; une petite période.
N.° 3, II. sorte, I. cl. I. esp. O.E., O.E., O.	29	{ Grande pér. une petite, I. part. d'une troisième.
N.° 4, IV. modification, O.E., O.E., O.	27	{ Pet. période ; grande période ; I. partie d'une troisième.
N.° 4, III. modificat. E., O.E., O.E., O.	19	{ Fin d'une pér. grande pér. une petite ; I. part. d'une troisième.
N.° 4, VII. modificat. E., O.E., O.E., O.	2	{ Fin d'une pér. pet. pér. grande pér. I. part d'une troisième.
Somme.	141 = 0 · 08 du total.	

N. B. Si l'on confond la grande & les petites périodes, on aura, pour les deux derniers numéros, trois périodes ; savoir ; E.O., E.O., E.O.

IV. GENRE : *trois périodes, & parties d'une quatrième & cinquième.*

N.° 3, II. sorte, II. cl. II. esp. O.E., O.E., O.E.	9	{ Grande pér. ensuite deux petites.
N.° 4, V. modification, O.E., O.E., O.E. .	18	{ Une pet. période ; la grande ; une petite.
N.° 4, VI. modificat. O.E., O.E., O.E., O.	4	{ Une pet. pér. la grande ; une petite ; I partie d'une IV.
N.° 4, VIII. modificat. E., O.E., O.E., O.E.	0	{ II. part. d'une pér. une pet. la grande, une petite.
N.° 4, IX. modific. E., O.E., O.E., O.E., O.	1	{ II. part. d'une pér. une pet. la gr. une pet. I part. d'une V.
Somme.	32 = 0 · 18	} ou, en confondant les pet. & la gr. pér. on en aura quat. E.O., E.O., E.O., E.O.

On voit delà, 1.° Que l'Aiguille n'acheve, le plus souvent, qu'une seule période diurne, rarement deux & quelque partie d'une autre, & plus rarement encore trois périodes : ce cas est si rare, qu'il ne fait pas la cinquantième partie du total. Les mouvemens réguliers les plus simples, sont donc ceux qui ont lieu le plus fréquemment.

CHAPITRE IV.

Du Mouvement nocturne.

§. 113. Observations détaillées. de l'Auteur.

§. 113. Nous avons examiné, en détail, le mouvement diurne de l'Aiguille. Pour juger de son mouvement complet, il faudroit connoître la variation nocturne avec la même exactitude : mais les circonstances ne m'ont pas permis de pousser mes observations assez avant dans la nuit. Cela ne m'a été possible que pendant seize jours du mois de Juillet 1774, qu'un Ami a bien voulu me seconder dans ce travail. Les observations nocturnes commencent à dix heures du soir.

Le 8 Juillet, l'Aiguille s'est mûe vers l'E. jusqu'à une heure de nuit.

9 ...... Elle a été stationnaire de 10 $\frac{1}{2}$ h. à minuit.

10 ...... Stationnaire, de 8 h. à 11 h. de 11 h. à 12 h. elle s'est approchée vers l'E. de 10′.

12 ...... De 10 h. à 11 h. elle s'est mûe vers l'E. de 6′; stationnaire, de 11 h. à 12 h.

13 ...... Mouvement irrégulier; soupçon d'Aurore boréale.

14 ...... Stationnaire, de 10 h. à 11 h.

15 ...... Stationnaire, de 10 h. à 12 h.

16 ...... De 10 h. à 11 h. l'Aiguille s'est approchée de 2′ vers l'E. & encore de 2′ de 12 à 1 h.

17 ...... Vers l'E. de 10 h. à 12 h.

18 ...... Vers l'O. de 10 h. à 1 h.

20 ...... Vers l'O. de 9 h. à 11 h. vers l'E. de 11 h. à 12 h.

21 ...... Vers l'E. jusqu'à 12 h.

22 ...... Vers l'E. jusqu'à 1 h.

24 ...... Aurore boréale; mouvement irrégulier.

25 ...... Aurore boréale; mouvement irrégulier.

26 ...... Vers l'O. de 9 h. à 10 h. Vers l'E. de 10 h. à 11 h. vers l'O. de 11 h. à 12 h.

De ſorte que, ſelon ce petit nombre d'obſervations, l'Aiguille continueroit le plus ſouvent à s'avancer vers l'E. paſſé les dix heures du ſoir.

Les Obſervations du P. *Cotte* mènent à la même conſéquence; cet habile Obſervateur croit que l'Aiguille continue toute la nuit à ſe mouvoir vers l'E. « Car, dit-il, j'ai obſervé » (du 9 au 18 Janvier 1776), que depuis 4 h. juſqu'à 7 h. » du matin, l'Aiguille tendoit à s'approcher du Nord, » & qu'elle ne commençoit à s'en éloigner qu'entre 7 & » 8 heures *(g)*. »

§. 114. J'ai cependant dit ci-deſſus (§. 39), que MM. CELSIUS & HIORTER attribuent à l'Aiguille un mouvement nocturne de l'E. vers l'O. de huit heures du ſoir à ſix heures du matin: & que M. WARGENTIN n'avoit pas obſervé de différence ſenſible. (§. 40), enfin que le Père COTTE eſt perſuadé que l'Aiguille éprouve quelque variation particulière à minuit ou quelques heures après. Il eſt fâcheux que ce Phyſicien n'ait pas ajouté les raiſons d'analogie, ou les obſervations qui le portent à juger ainſi; mais il ſuit, de ce que je viens de dire, que ce point n'eſt rien moins que conſtaté. Comme MM. CELSIUS, HIORTER & WARGENTIN n'ont pas publié leurs obſervations, on ne ſauroit les diſcuter. J'ai pris la peine de rédiger le Journal de M. CANTON, & voici quel en eſt le réſultat. Cette Table indique combien de fois l'Aiguille s'eſt mûe vers l'E. vers l'O. ou a été ſtationnaire de huit, ou neuf, ou dix heures du ſoir, à minuit ou une heure de nuit, & cela ſur le nombre d'obſervation marqué au commencement de chaque mois.

§. 114. Obſervations d'autres Phyſiciens.

(g) Journal des Savans; *Mai 1776*.

	E.	O.	Stat.
18, Janvier ...	6 ...	7 ...	5
14, Février ...	8 ...	3 ...	3
18, Mars	7 ...	7 ...	4
50, I. Trim....	21 ...	17 ...	12

	E.	O.	Stat.
19, Avril	11 ...	5 ...	3
18, Mai	8 ...	7 ...	3
23, Juin	10 ...	12 ...	1
60, II. Trim...	29 ...	24 ...	7

	E.	O.	Stat.
10, Juillet	8 ...	1 ...	1
11, Août	6 ...	5 ...	0
8, Septembre.	2 ...	4 ...	2
29, III. Trim..	16 ...	10 ...	3

	E.	O.	Stat.
7, Octobre	3 ...	3 ...	1
4, Novembre ..	2 ...	1 ...	1
8, Décembre ..	4 ...	3 ...	1
19, IV. Trim....	9 ...	7 ...	3

	E.	O.	Stat.
258, Année ...	75 ...	58 ...	25

Le nombre des variations orientales a donc, en général, surpassé celui des occidentales, au moins, à Londres, pendant cette année là, & l'Aiguille a eu le plus souvent un mouvement vers l'E. depuis 8 ou 10 h. du soir jusqu'à 1 h. de nuit; mouvement qui n'est qu'une suite de la seconde partie de la période ordinaire, & n'indique pas de variation nocturne réglée proprement dite.

§. 115. Grandeur de la variation nocturne.

§. 115. Au défaut de pouvoir connoître ce qui se passe pendant la nuit, & si l'Aiguille y parvient de rechef à quelque *maximum*, j'ai cru devoir examiner ce qui se passe, depuis la dernière observation d'un jour jusqu'à la première du lendemain: car si la

déclinaiſon eſt plus grande à celle-ci qu'elle ne l'étoit à celle-là, il eſt clair que l'Aiguille s'eſt mûe vers l'O. pendant la nuit; il eſt donc important d'examiner cette variation, que je nommerai déſormais *variation nocturne.*

Et d'abord, pour ce qui eſt de la grandeur de ce mouvement nocturne, il eſt évident, par l'inſpection de la colonne quatrième des tables 4, 5, 6, 7 que ce mouvement eſt très-ſenſible, mais qu'il eſt beaucoup plus petit que le mouvement diurne, ſoit total, ſoit vers l'E. ſoit vers l'O.

2.° Si l'Aiguille a le plus ſouvent la nuit un mouvement vers l'O. il eſt clair que la première obſervation des jours donnera, l'un portant l'autre, une plus grande déclinaiſon que la dernière: ainſi, la déclinaiſon moyenne de ſix heures du matin, ſera, en général, plus grande que celle de dix heures du ſoir: or on voit, par nos Tables, que le contraire a lieu le plus ſouvent: en y ajoutant les années 1774 & 1775, & prenant par conſéquent les déclinaiſons moyennes de cinquante-ſix mois, car j'obmets les quatre premiers mois de 1771, à cauſe que je ne commençois alors qu'à huit heures, on trouvera que la déclinaiſon moyenne de ſix heures du matin, a été . . . .

Plus grande que celle de 10 h. du ſoir,

Mois	Année	Mois	Année
En Juillet . . . . . Octobre . . . . . Décembre . .	1771;	En Octobre . . . . Novembre . . Décembre . .	1774;
Janvier . . . . Novembre . .	1772;	Février . . . . . Mars . . . . . . Août . . . . . . Octobre . . . . Novembre . .	1775:
Février . . . . Août . . . . . . Septembre . . Octobre . . . . Décembre . .	1773;		

A-peu-près égale;

En Février 1772;

Sept. . . 1774.

De forte que cela a eu lieu dans vingt mois fur cinquante-fix, ou à-peu-près un tiers du tems.

La même chofe a eu lieu pour l'Aiguille n.° 4, en Août, Septembre, Octobre, Novembre & Décembre 1775, & par conféquent cinq fois fur neuf.

L'Aiguille paroît donc en général & le plus fouvent fe mouvoir vers l'E. de dix heures du foir à fix heures du matin : auffi fur dix-neuf trimeftres n'y en a-t-il que quatre, les derniers de 1773 & 1774, & le premier & quatrième de 1775, où la déclinaifon de fix heures du matin ait été plus grande que celle de dix heures du foir : & il y en a deux où il y a à-peu-près égalité.

§. 116 De la forte de mouvement.

§. 116. Pour pouvoir déterminer avec plus d'exactitude ce qui a lieu, j'ai cherché combien de fois chaque mois la variation nocturne a été orientale, occidentale, ou nulle. On voit ces nombres dans nos Tables pour 1771, 1772, 1773, & le premier trimeftre de 1774. Je répéterai ici ces nombres pour les années entières, & j'examinerai enfuite ce qui a réfulté de chaque mois en particulier.

	Var. E.	Var. O.	Nulle.	Somme.
1771 ...	178 ...	102 ...	59 ...	339
1772 ...	175 ...	78 ...	69 ...	322
1773 ...	130 ...	98 ...	88 ...	316
1774 ...	118 ...	122 ...	86 ...	326
1775 ...	118 ...	145 ...	88 ...	351
Somme..	719 ...	545 ...	390 ...	1654
Aig. n.° 4.	108 ...	115 ...	46 ...	269

Il paroît de-là, 1.° Que le nombre des variations orientales, a furpaffé, en général, celui des occidentales. 2.° Que le contraire a eu lieu en 1774, & fur-tout en 1775 : d'où il fuit qu'il faut encore un plus grand nombre d'obfervations, avant qu'on puiffe parvenir à quelque chofe de fixe.

§. 117. Pour ce qui est de chaque mois en particulier, le nombre des variations nocturnes occidentales a surpassé celui des orientales, ...

§. 117. Second résultat sur ce sujet.

En 1771, { Janvier.. Février.. Juillet... Décemb. } 4 fois;

En 1772, { Janvier.. Février.. Octobre. } 3 fois;

En 1773, { Janvier.. Février.. Août..... Novemb. Décemb. } 5 fois;

En 1774, { Janvier.. Février.. Mars.... Octobre. Novemb. Décemb. } 6 fois;

En 1775; { Janvier.. Février.. Mars.... Mai..... Septemb. Octobre. Novemb. Décemb. } 8 fois.

Il y a eu égalité, en { Septembre 1771, Décembre 1772, Septembre 1774 } 4 fois.

Somme totale, 26 fois sur 60 mois.

On a donc, en tout, 30 fois; ce qui fait la moitié du total. Du reste il y a, parmi ces 30 mois, 22 mois d'hiver; de sorte que la prépondérance des variations nocturnes occidentales, paroîtroit attachée aux mois de cette saison; ce qui est confirmé par cette considération, que la somme des variations nocturnes occidentales, surpasse celle des orientales dans le premier & le quatrième trimestre, & qu'au contraire celle-ci surpasse celle-là dans les trimestres d'été.

Au reste, il est encore digne de remarque, que quoique le nombre des variations nocturnes occidentales ait surpassé celui des orientales dans les mois que nous venons de nommer, il y en a cependant quatorze d'entr'eux dans lesquels la variation moyenne orientale a été plus grande que l'occidentale; savoir,

en Janvier & Février 1771, Février, Octobre 1772, Janvier, Mars 1773. Janvier, Février, Mars 1774. Janvier, Mai, Septembre 1775, pendant que le contraire a quelquefois eu lieu dans les mois où le nombre des variations orientales a surpassé celui des occidentales.

§. 118. Résultat des observations de M. *Canton*.

§. 118. J'ai fait un pareil dépouillement des Tables de M. CANTON; mais je n'ai pu le faire avec la même exactitude, parce qu'il y a de trop grands vides. La variation nocturne est ici la différence entre les Observations faites à huit, ou neuf, ou dix heures du soir, & huit ou neuf heures du matin.

	E.	O.	Nulle.
16, Janvier ...	9	5	2
20, Février ...	17	2	1
21, Mars	18	3	"
57, I. Trim. ...	44	10	3
	E.	O.	Nulle.
20, Avril	16	4	"
22, Mai	20	1	1
24, Juin	23	1	"
66, II. Trim. ..	59	6	1
	E.	O.	Nulle.
19, Juillet	18	"	1
17, Août	14	2	1
12, Septembre ..	6	5	1
48, III. Trim. ..	38	7	3
	E.	O.	Nulle.
20, Octobre ...	12	1	3
13, Novembre.	3	10	"
11, Décembre.	5	10	2
44, IV. Trim...	20	21	3
123, I. Sem...	103	16	4
92, II. Sem. .	58	18	6
245, Année.	161	44	10
101, I. & IV. Trim...	64 ...	31 ...	6
114, II. & III. Trim..	97 ...	13 ...	4

On voit

On voit, par cette Table, que les mouvemens orientaux prévalent constamment, excepté dans les mois de Novembre & de Décembre, & qu'ils prévalent même dans les deux trimestres d'Hiver.

§. 119. Les variations orientales sont donc en général les plus fréquentes; mais, comme je l'ai dit, elles ne servent pas à déterminer si l'Aiguille a quelque période pendant la nuit; ce qu'il faudroit savoir avec certitude, avant que de pouvoir déterminer le nombre des périodes que l'Aiguille acheve en vingt-quatre heures. §. 119. Conséquence générale.

Cette ignorance rendroit, ce me semble, superflu le travail qu'on entreprendroit, si l'on vouloit combiner les différens mouvemens diurnes avec le mouvement nocturne, en supposant que celui-ci soit uniforme; c'est-à-dire, en supposant qu'il se fasse toute la nuit vers l'O. si la première Observation du lendemain donne une déclinaison plus grande que la dernière du jour dont il s'agit, & au contraire vers l'E. si celle-ci est plus grande que celle-là : car cette hypothèse est trop hasardée pour qu'elle méritât un travail aussi considérable que l'est celui qu'exigeroit cette combinaison. Il est clair, par exemple, qu'il n'y a qu'une période, mais dont les parties sont fort inégales, si le mouvement diurne est O.E., & la variation nocturne E. en O. : il n'y aura encore qu'une période, si ce mouvement est E., O.E., & le mouvement nocturne E. Si celui-ci est O., ce mouvement sera E, O.E., O., ou E.O., c'est-à-dire, qu'il y aura deux périodes, mais dont les parties seront fort inégales. La première partie de la première durera depuis six heures du matin jusqu'à l'heure que l'Aiguille commence à se mouvoir vers l'O. : elle ne sera donc que de deux ou de trois heures. La seconde partie dure depuis cette heure jusqu'au *maximum*. La première partie de la seconde période commence à cette heure du *maximum*, & finit à dix heures ou dans la nuit : la seconde partie commence alors pour finir à six heures du matin.

Enfin, si le mouvement est le plus composé de tous, le

dernier du quatrième genre, savoir, E. O. E., O. E., O. E. O., ou ce qui revient au même, E. O., E. O., E. O., E. O., la variation nocturne ne change à ce genre quelle qu'elle soit. Donc, en supposant même que l'Aiguille ait un *maximum* pendant la nuit, de façon que l'Aiguille se meuve vers l'O. depuis dix heures du soir jusques dans la nuit, & de-là à l'E. jusqu'au matin, il ne seroit arrivé que vingt-huit fois en cinq ans que l'Aiguille auroit eu quatre périodes en vingt-quatre heures; savoir, dans la première, seconde & cinquième classe du quatrième genre. (§. 112.)

Ceci me paroît suffire pour la variation nocturne, au moins faute d'avoir des Observations plus détaillées faites pendant la nuit.

CHAPITRE V.

De l'influence des Saisons, sur la variation réglée de l'Aiguille.

§. 120. IL EST INTÉRESSANT, il est même nécessaire, pour la recherche des causes du mouvement réglé diurne, de savoir si ses différens phénomènes sont modifiés par l'influence des différentes saisons. Nous allons entrer dans cet examen; &, pour y procéder avec ordre, nous examinerons d'abord les heures du *maximum* : 2.° les différentes sortes de mouvemens de l'Aiguilles : 3.° la grandeur des variations. §. 120. Remarque générale.

ARTICLE PREMIER.

Des Heures du Maximum.

§. 121. Nous avons vu ci-dessus (§. *62*), que les heures du *maximum* des déclinaisons moyennes, tombent entre *midi* & quatre *heures*, mais le plus ordinairement entre deux & trois heures. Or l'heure de midi n'a eu lieu qu'en Décembre 1771, Décembre 1773, Novembre 1774 : l'heure d'une heure, qu'en Janvier & Décembre 1772 : Janvier & Décembre 1774 : Janvier, Mars, Octobre, & Novembre 1775; & l'heure de quatre heures n'a eu lieu qu'en Août 1771, Septembre 1771, & Avril 1773. Ces heures de douze & une, n'ont eu lieu qu'en hiver, & jamais en été : ainsi l'influence de l'hiver paroît bien marquée ici. §. 121. Résultat des observations.

§. 122. Cela paroîtra encore mieux, si l'on consulte les Tables 31, 32, 33, où l'on a marqué les heures du *maximum*, des déclinaisons vraies de chaque jour. Il est évident que les heures qui tombent avant midi, & après quatre heures, sont §. 122. Confirmation.

beaucoup plus fréquentes en hiver qu'en été; & celles entre midi & une heure beaucoup plus fréquentes en été qu'en hiver. Or, si l'on nomme *plus réguliers*, les mouvemens qui ont leur *maximum* entre midi & quatre heures, il est clair que le mouvement périodique diurne sera, à cet égard, plus régulier en été qu'en hiver. Les heures marquées *irrégulières* sont aussi en général un peu plus fréquentes dans les mois d'hiver.

§. 123. Réflexions sur les causes.

§. 123. Cette moindre régularité en hiver me paroît venir de ce que la variation est alors beaucoup plus petite qu'en été, & souvent peu sensible, comme on le verra ci-après en détail. (§. 126 *seq.*) Il en résulte que l'Aiguille est plus long-tems stationnaire, & qu'ainsi le *maximum* peut arriver plus souvent de meilleure heure, & finir plus tard. Il en résulte aussi que la moindre cause qui détourne l'Aiguille, change l'heure du *maximum*, & peut même rendre le mouvement irrégulier. En été, par exemple, la variation est souvent de 4′ de 8′ ou de 10′ par heure. Une cause qui détourneroit donc l'Aiguille d'une ou de deux minutes vers l'E. ne troubleroit pas l'heure du *maximum*, ou le mouvement de l'Aiguille vers l'O. au lieu qu'elle peut changer cette heure, & rendre le mouvement irrégulier en hiver, où le mouvement horaire n'est souvent que d'une minute. Aussi y a-t-il en général un beaucoup plus grand nombre de jours réguliers dans les trimestres d'été que dans ceux d'hiver, & les jours où le mouvement diurne n'a pas excédé 1, 2, ou 3 minutes, est beaucoup plus considérable dans ceux-ci que dans ceux-là, comme il paroît par la Table 34. Or, combien de causes n'y a-t-il pas qui, d'une heure à l'autre, peuvent faire dévier l'Aiguille d'une ou de deux minutes, ne fût-ce que l'électricité de l'air, ou la matière de l'Aurore boréale?

ARTICLE II.

Des sortes de Mouvement.

§. 124. Résultat des déclinaisons moyennes.

§. 124. Nous avons parlé ci-dessus en détail des huit sortes de mouvemens auxquelles l'Aiguille est sujette. On en retrouve

quelques-unes dans les déclinaiſons moyennes. Je vais marquer ici quelles ſortes ont eu lieu, dans les différens mois.

	1771	1772	1773	1774	1775		1771	1772	1773	1774	1775
Janv...	4.a	2.b	1	1	1	Juillet.	2.a	2.a	4.e	2.a	4.a
Fév. ..	1	1	1	1	3.b	Août..	2.a	2.a	2.b	1	1
Mars..	2.a	2.b	1	1	4.b	Sept...	2.a	1	2.b	1	4.c
Avril..	1	1	1	4.a	2	Octob.	2.a	1	1	4.b	4.c
Mai...	4.d	2.a	1	2.a	2	Nov...	2.a	2.a	1	3.a	2.b
Juin...	1	2.a	2.a	2.a	1	Déc...	2.a	2.b	1	1	un peu irrég.

Aiguille, n.° 4.			
1776.		1775.	
Janv...	4.a	Juillet.	2
Fév...	4.b	Août..	3.a
Mars..	4.b	Sept...	4.a
1775.			
Avril..	2	Octob.	3.a
Mai...	2	Nov...	2.b
Juin...	1	Déc...	1 irr.

On voit, par cette Table, que les n.^{os} 1 & 2, ſont les plus fréquens, mais on n'en ſauroit rien conclure ſur l'influence des ſaiſons, ces mouvemens ayant plus ou moins lieu dans tous les mois; & en effet nous avons vu qu'ils ſont preſque tous également eſſentiels au mouvement diurne périodique.

§. 125. Il n'en eſt pas de même, ſi l'on conſidère ce qui a lieu chaque jour. Je me ſervirai de la Table trente-cinquième, ſans les réductions dont j'ai parlé, cette Table étant ſuffiſante pour l'objet préſent, (§. 70). On en peut déduire les corollaires ſuivans.

§. 125. Conſidérations des déclinaiſons vraies.

1.° Pour 1772, 1773, 1774, 1775: le mouvement n.° 1, a été plus fréquent en été qu'en hiver en 1772; il a été à-peu-près également fréquent dans les deux ſaiſons en 1773 & 1775; mais en 1774, il a été plus fréquent dans les trimeſtres d'hiver. Ce qui provient uniquement de ce qu'il a été rare en Juin,

Juillet & Août. Si cependant on prenoit la somme des quatre années, on auroit une petite prépondérance pour l'été.

2.° Le mouvement n.° 2, a été constamment plus fréquent en été, sur-tout en 1774.

3.° Le mouvement n.° 3, a été constamment plus fréquent en hiver.

4.° En 1773, 74, 75, le mouvement n.° 4, a été plus fréquent en été qu'en hiver, au contraire de ce qui a eu lieu en 1772 : si cependant on prend les sommes, celle des trimestres d'été est 123, & celle des trimestres d'hiver 96 : il y a donc une petite prépondérance.

5.° Le mouvement n.° 5, est constamment plus fréquent dans les trimestres d'hiver, excepté en 1774, où les deux nombres sont égaux.

6.° Le mouvement n.° 6, prévaut constamment en hiver.

7.° La seconde & la troisième sortes de mouvement n.° 7, ont prévalu en hiver en 1774 & 75, & en été en 1773 : ils ont été égaux dans les deux saisons en 1772. En prenant les sommes des années, il n'y a qu'une très-petite prépondérance pour l'hiver.

8.° Enfin, la première sorte du mouvement n.° 7, a prévalu dans les trimestres d'hiver en 1773 : il a été égal dans les deux saisons en 1772 & 1773 : enfin il a prévalu en été en 1775 ; de sorte qu'en prenant la somme de toutes les années, les nombres sont à très-peu-près égaux pour les deux saisons.

On voit donc qu'il y a, à proprement parler, que les n.os 2, 3 & 4 parmi les réguliers, & n.os 5 & 6 parmi les irréguliers, qui paroissent constamment affectés par l'influence des saisons, mais en sens contraire : n.os 2 & 4 étant plus fréquens en été, & n.os 3, 5, 6 en hiver.

ARTICLE III.

De la grandeur des Variations.

§. *126.* Avant que d'entrer dans l'examen de l'influence des ſaiſons ſur ces variations, il ne ſera pas inutile de remarquer que celles que nos Tables donnent, ſont le réſultat de deux cauſes qui ne dépendent peut-être pas d'un même principe, & qui ſûrement n'agiſſent pas toujours en même ſens. La première eſt celle qui fait que l'Aiguille eſt ſujette au mouvement diurne dont nous parlons : la ſeconde eſt celle qui change la déclinaiſon dans un même lieu, l'augmente ou la diminue. Suppoſons, par exemple, que la déclinaiſon change de 30′ d'un jour à l'autre vers l'O., comme cela eſt arrivé entre le *16* & 17 Août 1771, ou de 34′ comme cela a eu lieu à Londres entre le 4 & 5 Avril 1759 : il eſt clair que ce changement, en le ſuppoſant uniforme, ſera de $1\frac{1'}{4}$ par heure vers l'O.; qu'ainſi il faudroit diminuer la variation occidentale moyenne horaire de $1\frac{1}{4}$, & augmenter l'orientale d'autant, pour avoir les variations moyennes véritables. Mais, comme nous prenons ici les termes moyens d'un mois entier, cette différence n'a pas d'influence ſenſible, puiſque la plus grande différence de déclinaiſon moyenne que j'aie obſervé entre deux mois conſécutifs, eſt de 33′ en $\frac{\text{Septembre}}{\text{Octobre}}$ 1774. §. *126.* Conſidérations générales.

I. *Variations horaires moyennes.*

§. 127. Commençons par les variations des déclinaiſons moyennes de chaque heure : elles ſont occidentales le matin, & orientales le ſoir. J'ai marqué, dans les Supplémens des Tables 19, 20, 21, *p.* 14, le terme de ces deux ſortes de variations §. 127. Premier réſultat.

pour chaque mois. Or, pour 60 mois la variation moyenne occidentale a surpassé l'orientale quarante fois, savoir :

En Janvier....	2 fois	En Juillet....	4 fois
Février....	2 fois	Août.....	4 fois
Mars......	4 fois	Septembre.	4 fois
	8 fois		12 fois
En Avril.....	4 fois	En Octobre ..	2 fois
Mai	4 fois	Novemb. .	4 fois
Juin	4 fois	Décembre.	2 fois
	12 fois		8 fois

Le contraire a eu lieu, 3 fois en 1771, 4 fois en 1772, 6 fois en 1773, 3 fois en 1774, 4 fois en 1775.

Pour l'Aiguille n.° 4, le contraire a eu lieu 3 fois en neuf mois.

2.° En prenant les trimestres, il n'y en a que quatre où la variation orientale surpasse l'occidentale, savoir, dans le quatrième trimestre de 1773, le premier & quatrième de 1774, & le premier de 1775; sur quoi il est à remarquer que ce sont tous des trimestres d'hiver qui font exception.

3.° La prépondérance des variations occidentales a sur-tout lieu en été; car, pour les deux trimestres d'été, elle a eu lieu vingt-quatre fois, & seize fois seulement pour ceux d'hiver. Aussi si l'on additionne les trimestres d'été & ceux d'hiver, la somme, ou plutôt la moitié de la somme pour prendre un *milieu*, est-elle plus grande dans le premier cas. On trouve,

		Var. O.	Var. E.
1771	I. & IV. Tr.	1·15	0·68
	II. & III. Tr.	1·42	0·78
1772	I. & IV. Tr.	0·63	0·48
	II & III. Tr.	1·94	0·76
1773	I. & IV. Tr.	0·60	0·58
	II. & III. Tr.	1·48	1·13
1774	I. & IV. Tr.		
	II. & III. Tr.	1·01	1·07
1775	I. & IV. Tr.	0·52	0·49
	II. & III. Tr.	1·07	0·85

D'où il suit, 1.° Que ces variations sont toutes plus grandes en été

en été qu'en hiver : 2.° Que les occidentales ſurpaſſent les orientales beaucoup plus dans la première que dans la dernière de ces ſaiſons : cette ſorte de variation eſt donc modifiée par leur influence.

§. 128. Les variations, que nous venons d'examiner, ſont la ſomme de celles qui ont lieu pour toutes les heures du matin, & la ſomme de celles qui ont lieu pour toutes les heures du ſoir. Si l'on conſidère celles-ci ſéparément, telles que je les ai marquées dans les Tables 19, 20, 21, on verra que ces variations deviennent plus grandes à meſure qu'on approche de l'été. Auſſi ſi l'on prend un terme moyen pour chaque heure dans les deux trimeſtres d'été, & un pareil terme pour chaque heure dans les deux trimeſtres d'hiver, on verra que, pendant cinq années, les termes de la première ſuite, ſont preſque toujours plus grands que leurs correſpondans dans la ſeconde ſuite : je dis preſque, car il y a quelques exceptions : il y en a quatre en 1771, trois en 1772, quatre en 1773, quatre en 1774, & cinq en 1775 : ce qui fait, en tout, 20 ſur 80 comparaiſons. Sur quoi il eſt encore à remarquer que ces 20 exceptions ont lieu quatre fois entre ſix & ſept heures du matin, trois fois entre ſept & huit heures, deux fois entre huit & neuf heures, deux fois entre neuf & dix heures, deux fois entre huit & neuf heures du ſoir, une fois entre neuf & dix heures, c'eſt-à-dire, qu'elles ont lieu à ces heures où la variation eſt quelquefois orientale ou occidentale, au lieu d'occidentale ou orientale, qu'elle l'eſt le plus ſouvent. Elles tombent donc à ces heures qui ſont, par elles-mêmes, ſujettes à des différences eſſentielles. Il n'eſt arrivé que deux fois (en 1774), que ces variations ont été plus grandes dans le premier & le quatrième trimeſtre, entre trois & quatre heures, & quatre & cinq heures, & une fois (en 1775) entre trois & quatre heures, & ſix & ſept heures du ſoir. Il eſt donc bien ſûr que les variations qu'il y a d'heure en heure entre les déclinaiſons moyennes, ſont plus grandes en été qu'en hiver. Auſſi la différence entre le *maximum* & le *minimum* de ces variations moyennes, eſt-elle beaucoup plus grande pour les deux trimeſtres d'été, que pour ceux d'hiver. §. 128. Second réſultat.

§. 129. Troisième résultat.

§. 129. La somme des variations horaires divisées par leur nombre, donne la variation horaire moyenne pour chaque mois. On trouve ces variations dans les Tables 4, 5, 6, pour chaque mois des années 1771, 72, 73. Or il est clair que ces variations y sont plus grandes en été. Voici la Table de comparaison pour cinq années : j'y indique par un chiffre l'ordre des mois, en commençant par celui où la variation est la plus grande.

	1771	1772	1773	1774	1775
Janvier....	7	8	9	11	11
Février....	6	9	8	9	9
Mars......	3	6	5	8	8
Avril......	2	11	4	2	6
Mai.......	1	7	7	6	4
Juin.......	5	4	6	5	5
Juillet.....	11	1	3	7	7
Août......	4	2	1	1	1
Septembre.	9	3	2	3	3
Octobre...	10	5	10	4	10
Novembre.	8	12	11	12	2
Décembre.	12	10	12	10	12
I. Trim....	2	3	3	2	3
II. Trim....	1	2	2	3	2
III. Trim...	3	1	1	1	1
IV. Trim...	4	4	4	4	4
I. & IV. Tr..	2	2	2	2	2
II. & III. Tr.	1	1	1	1	1

On voit, par cette Table, 1.° Que les n.os 1, 2, 3, se trouvent toujours entre Avril & Septembre, excepté une fois pour le n.° 2 en Novembre 1775, & une fois pour le n.° 3 en 1771. 2.° Que les n.os 12 ont toujours eu lieu en Novembre & Décembre, & le n.° 11 toujours en Janvier & Novembre, excepté une fois en Avril 1772, & une fois en Juillet 1771 : il est vrai que la variation a été extrêmement petite alors, mais l'été de cette année a été fort froid. 3.° Les n.os 10 ont toujours eu lieu en Octobre & Décembre, & le n.° 9 toujours en Janvier & Février, excepté une fois en Septembre. Enfin les n.os 8 n'ont été vus qu'en Janvier, Février, Mars, & Novembre. Considé-

rations qui prouvent toutes une prépondérance de l'été sur l'hiver : ce qui paroît bien clairement par la Table des trimestres, & encore plus par celle des trimestres d'été & d'hiver. Les premiers ont constamment prévalu. La variation horaire moyenne est donc plus grande, & beaucoup plus grande, en été qu'en hiver.

II. Maximum *de la Variation horaire.*

§. 130. Les *maxima* de la variation horaire méritent de nous arrêter un moment. J'ai dit, ci-dessus, (§. 52, n.° 6), ce que j'entendois par-là. On les trouve dans la huitième colonne des Tables 1, 2, 3. Voici la comparaison pour l'ordre des mois. §. 130. Résultats généraux.

	1771	1772	1773	1774	1775
Janvier....	[illegible]	1	7	12	11
Février....	6	7	3	9	10
Mars......	5	6	4	8	9
Avril......	4	12	8	2	7
Mai.......	7	9	9	6	3
Juin.......	3	4	5	5	4
Juillet.....	9	5	2	7	6
Août......	1	2	1	1	1
Septembre .	2	3	6	3	2
Octobre...	11	10	11	4	5
Novembre .	8	11	12	8	8
Décembre .	10	8	10	6	12
I. Trim. ...	3	1	2	3	3
II. Trim....	2	3	3	2	2
III. Trim. .	1	2	1	1	1
IV. Trim...	4	4	4	4	4
I. IV. Trim.	2	1	2	2	2
II. III. Trim.	1	2	1	1	1

Malgré les irrégularités qu'il y a dans la Table des mois, on y trouve encore des traces bien sensibles de la prépondérance de l'été, laquelle est très-visible dans la Table des trimestres. L'année 1772 fait la seule exception, & cela uniquement à cause de la grande variation qu'il y a eu le 19 Janvier de cette année; variation qui m'a fait ranger ce jour dans la classe des I. Exemple particulier.

jours irréguliers. Le ciel étoit couvert, vent N. E., gelée à 25° du Therm. de *Fehrenheit.* Le mouvement de l'Aiguille étoit très-réglé : voici les Observations du soir.

A 1 h.	. . . .	20° 3′
2	. . . .	4
3	. . . .	4
5	. . . .	4
6	. . . .	3
8	. . . .	5
9	. . . .	10
10	. . . .	19° 36
Le lendemain, à 6 h. . .		53

Comme le ciel étoit couvert, je n'ai pu m'appercevoir d'Aurore boréale, & je ne sais s'il y en a eu ailleurs; mais il ne paroîtroit pas improbable d'attribuer cette variation à cette cause; car j'en ai vu d'aussi grandes que celle-là, & même de plus grandes, en des jours qui précédoient ou suivoient l'apparition de ce phénomène, sans compter celles que j'ai vues dans le temps même du météore : quoi qu'il en soit, si l'on ôte ce jour-là, la plus grande variation horaire n'a été que de 15′ en Janvier 1772. Depuis cinq ans, je n'ai pas vu de variation horaire aussi grande que celle dont je viens de parler, hors des jours manifestement irréguliers.

§. 131. II. & III. Exemples.

§. 131. Il y en a eu une à-peu-près semblable le 10 d'Août 1771 : on observa alors les déclinaisons suivantes.

A 6 h.	. . . .	19° 11 ½′
7	. . . .	12
8	. . . .	12
9	. . . .	27
10	. . . .	21
11	. . . .	6
12	. . . .	21
12 ¼	. . . .	31
12 ¾	. . . .	36
1	. . . .	21

L'Aiguille resta stationnaire pendant tout le reste du jour, depuis une heure: le ciel étoit couvert: le soir, vent E. variation de 30′ en moins de deux heures: si l'on en excepte ce jour, la variation horaire n'a été que de 15′.

J'ajouterai enfin que j'ai souvent vu, dans des jours où le mouvement de l'Aiguille a été parfaitement régulier, que l'Aiguille avançoit plus d'une heure à l'autre suivante, que pendant toutes les autres prises ensemble. En voici un exemple du 10 d'Août 1773. On a observé ce jour-là les déclinaisons suivantes.

A 6 h. déclinaison,	18° 6′
7	8
9	16
10	20
11	26
12	29
1	31
2	32
3	32
4	31
5	28
6	28
7	27
8	26
9	6
10	17° 58

On y voit un progrès très-régulier de l'Aiguille pendant tout le jour; mais on voit aussi qu'elle s'est mûe par sauts de 7 h. à 9 h. de 9 h. à 10 h. & sur-tout de 8 h. à 9 h. du soir, où la variation a été de 20′, tandis qu'elle n'a été que de 34′ pendant tout le jour.

Il en résulte que la variation de l'Aiguille se fait quelquefois par sauts, même lorsque le mouvement est très-régulier.

III. *Variations diurnes.*

§. 132. Examen de la variation diurne totale.

§. 132. Commençons par la *variation diurne totale*. J'ai dit, ci-dessus, ce que j'entendois par-là. (§. 52, n.° 1.) Il est clair que cette variation dépend, 1.° de la grandeur du mouvement de l'Aiguille vers l'E. & vers l'O. & 2.° du changement de la déclinaison même.

On voit, par la comparaison des Tables pour 1771, 1772, 1773, 1.° que l'ordre des mois n'est pas le même pour toutes les années, & 2.° que c'est en général dans les mois d'été que cette variation est la plus grande : ce qui paroîtra clairement par la Table suivante, où j'ai marqué le quantième de l'ordre chaque mois.

	1771	1772	1773	1774	1775
Janvier....	11	9	11	12	11
Février....	6	8	8	11	10
Mars......	5	5	5	5	8
Avril......	4	11	6	4	4
Mai.......	1	7	7	8	7
Juin.......	3	4	4	3	6
Juillet.....	9	1	3	2	5
Août......	2	2	1	1	5
Septembre .	7	3	2	7	3
Octobre...	10	6	10	6	2
Novembre .	8	10	9	10	9
Décembre .	12	12	12	9	10
I. Trim. ...	3	3	3	4	4
II. Trim....	1	2	2	2	2
III. Trim...	2	1	1	1	1
IV. Trim. ..	4	4	4	3	1
I. IV. Trim.	2	2	2	2	2
II. III. Trim.	1	1	1	1	1

On voit que les n.os 1 sont contenus entre Mai & Août, ou même, excepté une seule fois, entre Juillet & Août : les n.os 2, entre Juillet & Octobre, ou même, excepté une fois, entre Juillet & Septembre : les n.os 3, entre Juin & Septembre : les n.os 12, en Janvier & Décembre : les n.os 11, en Janvier,

Février & une ſeule fois en Avril : les n.os 10, en Février, Octobre & Novembre ; mais la Table des trimeſtres, met cette prépondérance d'été hors de doute.

J'ai donné, dans le §. 19, la Table des variations diurnes moyennes, pour les Obſervations de M. *Canton* : voici celle qui ſuit des miennes, en prenant un terme moyen pour les cinq années.

Janvier	4·66
Février	8·15
Mars	11·18
Avril	10·93
Mai	11·69
Juin	12·56
Juillet	14·22
Août	17·16
Septembre	12·66
Octobre	9·69
Novembre	7·57
Décembre	4·91
I. Trim	8
II. Trim	11·73
III. Trim	14·71
IV. Trim	7·39
II. & III. Trim	13.22
I. & IV. Trim. ...	7·69
Année	10·45

On voit par-là, que la variation diurne moyenne croît, à une petite irrégularité près, de Janvier juſqu'en Août, & décroît enſuite pendant le reſte de l'année, ce qui eſt très-conforme à ce que M. *Canton* a obſervé : ſes Obſervations donnent 10′ 41″ pour la variation moyenne de toute l'année : les nôtres 10′ 27″ ; ſur quoi il eſt à remarquer que les limites de ces variations diurnes moyennes pour toutes les années, ſont contenues entre 10·9′ (en 1771.) & 10 (en 1775.)

Enfin nous avons vu ci-deſſus (§. 111), que, durant ces cinq années, l'Aiguille a été ſans le moindre mouvement pendant huit jours, & ces huit jours ont toujours eu lieu en Décembre.

§. 133
Examen de la variation diurne occidentale.

§. 133. On ſent bien que ce que nous venons de dire eſt entièrement applicable aux variations diurnes vers l'E. & vers l'O. Je ferai ſeulement obſerver, que l'ordre des mois n'eſt pas le même pour ces deux variations, & qu'il ne l'eſt pas auſſi quand on le compare à celui qui a lieu pour la variation diurne totale. Il faut donc que la cauſe qui produit ces variations, n'agiſſe pas dans tous les mois avec la même énergie le matin & le ſoir. Voici l'ordre qu'il y a pour les différens mois dans la variation diurne occidentale.

	1771	1772	1773	1774	1775
Janvier....	10	9	11	12	11
Février....	6	8	9	10	9
Mars......	5	5	4	6	8
Avril.....	1	10	5	2	2
Mai.......	2	7	6	5	5
Juin......	3	4	7	4	3
Juillet....	7	1	3	1	6
Août......	4	2	1	3	1
Septemb...	9	3	2	7	4
Octobre...	11	6	8	9	7
Novembre.	8	11	10	11	10
Décembre.	12	12	12	8	12
I. Trim....	3	3	3	4	4
II. Trim....	1	2	2	2	2
III. Trim...	2	1	1	1	1
IV. Trim...	4	4	4	3	3
I. IV. Trim.	2	2	2	2	2
II. III. Trim.	1	1	1	1	1

On voit que la concluſion eſt exactement ſemblable à celle que nous avons établie ci-deſſus, §. 132.

Voici les nombres moyens pour chaque mois, déduits de cinq années.

Janvier

Janvier.	3 · 28
Février.	5 · 70
Mars.	8 · 05
Avril	9 · 24
Mai	8 · 86
Juin	9 · 76
Juillet.	10 · 98
Août.	13 · 41
Septembre	9 · 22
Octobre	5 · 75
Novembre	4 · 43
Décembre	3 · 32
I. Trim.	5 · 66
II. Trim.	9 · 29
III. Trim.	11 . 20
IV. Trim.	4 · 50
I. & IV. Trim.	5 · 08
II. & III. Trim.	10 · 24
Année	7 · 66

On voit qu'il n'y a qu'une petite irrégularité en Mai : à celle-là près, les variations croiſſent juſqu'en Août : elles décroiſſent enſuite, & la prépondérance de l'été eſt extrêmement marquée. Il eſt digne de remarque, que la grandeur de cette variation a décru d'année en année : elle étoit en 1771, de 8 · 57, & en 1775, de 6 · 9.

Enfin la prépondérance de l'été, paroît d'une façon bien ſenſible par la Table 34 ; car on voit que les petits mouvemens de 1, 2 & 3 minutes, ont été beaucoup plus fréquens en hiver qu'en été : ce qui a eu lieu auſſi en 1774 & 1775.

§. 134. Toutes les mêmes choſes ont lieu pour la variation diurne orientale. Il ſuffira d'ajouter ici les Tables. §. 134. Examen de la variation orientale.

	1771	1772	1773	1774	1775
Janvier....	11	7	11	12	11
Février....	2	8	7	10	7
Mars......	1	5	4	4	9
Avril......	7	11	5	5	4
Mai.......	3	9	6	8	5
Juin.......	5	4	8	7	6
Juillet.....	6	1	3	6	8
Août......	4	2	1	1	1
Septembre .	8	3	2	3	3
Octobre ...	10	6	9	2	2
Novembre .	9	10	10	11	10
Décembre .	12	12	11	9	12
I. Trim.....	4	3	3	4	4
II. Trim....	1	2	2	2	2
III. Trim...	2	1	1	1	1
IV. Trim. ..	3	4	4	3	3
I. IV. Trim.	2	2	2	2	2
II. III. Trim.	1	1	1	1	1

On voit que l'été prévaut toujours, quoiqu'il y ait plus d'irrégularités dans cette Table que dans les précédentes. Cette prépondérance paroît aussi par la Table XXXIV, par laquelle on voit que les petites variations ont été beaucoup plus fréquentes en hiver. Voici enfin les nombres moyens déduits des cinq années.

Janvier	3·35
Février	5·35
Mars	6·26
Avril	5·7
Mai	5·7
Juin	8·34
Juillet	7·82
Août	9·91
Septembre	7·28
Octobre	6·35
Novembre	4·57
Décembre	3·54
I. Trim.	4·99
II. Trim.	6·58
III. Trim.	8·34
IV. Trim.	4·82
I. & IV. Trim.	4·90
II. & III. Trim.	7·46
Année	6·18

Le terme moyen a été le plus grand en 1773, de 7·22, & le plus petit en 1771, de 6·71.

On voit, par cette Table, que la régularité n'eſt pas ſi grande que pour la variation occidentale : auſſi cette variation orientale eſt-elle plus petite que l'occidentale; & l'excès de celle-ci paroît venir des différentes modifications auxquelles le mouvement régulier de l'Aiguille eſt ſujet, & qui ſont plus nombreuſes & plus variées le ſoir que le matin. (§. 111).

IV. *Variation nocturne.*

§. 135. Nous avons parlé, ci-deſſus, en détail de la variation nocturne, & nous avons vu (§§. 117 & 118), que les variations occidentales ſurpaſſent les orientales en hiver, & que le contraire a lieu en été, ce qui marque déjà une grande influence des ſaiſons. Cette influence paroîtra encore plus manifeſtement, ſi l'on fait attention à la grandeur de ces variations même, & à l'ordre dans lequel ils ſe ſuivent, eu égard aux différens mois. Voici la Table qui indique l'ordre des termes moyens pour chaque mois. §. 135. Réſultat des obſervations.

	1771	1772	1773	1774	1775
Janvier....	8	8	10	12	10
Février....	9	10	7	11	11
Mars.......	5	7	12	7	4
Avril......	1	5	4	8	8
Mai.......	2	4	6	6	9
Juin.......	3	3	3	3	1
Juillet.....	10	1	2	1	3
Août......	4	2	1	2	2
Septembre .	6	6	5	4	5
Octobre ...	12	9	8	10	7
Novembre .	7	11	9	5	6
Décembre .	11	12	11	10	12
I. Trim. ...	4	3	3	4	4
II. Trim....	1	2	2	2	2
III. Trim...	2	1	1	1	1
IV. Trim. ..	3	4	4	3	3
I. IV. Trim.	2	2	2	2	2
II. III. Trim.	1	1	1	1	1

Les variations nocturnes sont donc plus grandes en été qu'en hiver, quoiqu'il y ait bien des irrégularités, si l'on considere chaque mois en particulier.

Voici les termes moyens conclus de cinq années d'observations.

Janvier	1·54
Février	1·62
Mars	2·31
Avril	3·11
Mai	2·71
Juin	3·65
Juillet	3·62
Août	3·98
Septembre	2·61
Octobre	1·91
Novembre	2·07
Décembre	1·15
I. Trim	1·83
II. Trim	3·16
III. Trim	3·40
IV. Trim	1·71
I. & IV. Trim	1·77
II. & III. Trim	3·28
Année	2·52

La prépondérance de l'été est donc très-marquée; mais il y a plus d'irrégularités dans le progrès des mois, que pour les variations précédentes. Le *maximum* des nombres moyens a été de 4·27′ (en 1771), & le *minimum* de 2·1 en 1774. Les termes moyens ont donc décru d'année en année de 1771 à 1774: en 1775, il avoit un peu augmenté, car il étoit alors de 2·19′.

V. *Conclusion.*

§. 136. Il est donc bien certain que les différens membres du période diurne régulier, sont fortement maîtrisés par l'influence des saisons, soit par rapport à la *fréquence* de tel ou tel genre de mouvement, (§. 134 *seq.*) soit par rapport à telle ou telle heure, pour le *maximum* de la déclinaison diurne (§. 121 *seq.*) soit pour la grandeur de tous les mouvemens quelconques, qui sont beaucoup plus considérables en été qu'en hiver. (§. 126 *seq.*) Ce qui avoit déjà été observé par M. *Canton*, pour la variation diurne totale, ainsi que par M. *Lous*, qui dit que l'Aiguille commence en Mars & en Avril à se mouvoir comme par sauts. (§. 37.) §. 136. Conclusion. Prépondérance de l'été.

Il résulte donc, des Observations de M. *Canton*, de M. *Lous* & des miennes, que les variations horaires sont, en général, plus grandes en été qu'en hiver; ce qui a eu aussi lieu chez moi pour toutes les variations diurnes & nocturnes quelconques. J'ai fait voir ensuite, §. 225, que cela a eu lieu à Haarlem; mais j'ai dit, §. 224, que le contraire a eu lieu à Sparendam: on en peut dire autant de Montmorenci, comme il paroît évidemment par les Tables des §§. 9, 11, 12; car, en Octobre 1775, les variations ont commencé à être excessivement grandes; peut-être cependant que la façon d'observer y contribue: le Père *Cotte* dit, à la fin de ses Observations de Décembre 1775: « Il est bon d'observer que les variations » diurnes ne sont bien marquées, que lorsqu'on a soin d'agiter » un peu l'Aiguille, dans le moment où on veut l'observer. » M. *Mussichenbroek (h)* se servoit de cette méthode, & le P. *Ascleppi* en fait autant; mais, pour que cette méthode soit bonne, il faut s'assurer que l'Aiguille revient exactement au même point dont on l'a détournée; ce que très-peu d'Ai-

(h) *Nollet*, Art des Expér. *Tome III*, Avis sur la XIX. Leçon, Expér. VI, *à la fin*, p. 428, *Edit. d'Amsterdam.*

guilles font : le P. *Afcleppi* a pris cette précaution ; mais le P. *Cotte* n'en parle pas. 2.° En faifant ofciller l'Aiguille fi fouvent, la pointe de l'Aiguille ne s'émouffe-t-elle pas plus promptement qu'elle ne le feroit fans cela ? Mais, 3.° ce qu'il y a de plus important, c'eft que j'ai remarqué qu'une Aiguille, fujette à des trémouffemens, a des variations plus grandes qu'elles ne le feroient vraifemblablement fans cela, & que ces variations fe font dans le même fens dans lequel elles fe feroient fans ces trémouffemens, qui ne font qu'en augmenter la grandeur : des Obfervations fuivies, pendant plufieurs femaines fur la Bouffole, n.° 3, placée dans une chambre, dont le plancher étoit fujet à des agitations continuelles, m'ont prouvé ce que j'avance : fi donc le P. *Cotte* n'a commencé à agiter un peu fon Aiguille qu'en Octobre ou Novembre 1775, on pourroit croire que c'eft une des caufes qui ont pu concourir à augmenter la grandeur des variations : je ne propofe ceci que comme un doute : &, fi ces agitations ne font rien par elles-mêmes, fi elles n'aident pas la caufe qui meut l'Aiguille, je ne vois pas pourquoi les variations diurnes ne feroient pas bien marquées dans une bonne Aiguille, fuffifamment mobile, fi on ne l'agite pas : or, fi les agitations aident cette caufe, l'effet qu'on obtient eft compofé, & l'on ne fauroit guères déterminer ce qui appartient à la feule caufe magnétique.

VI. *Conclufion générale.*

§. 137. Conclufion des Ch. III. & IV.

§. 137. J'ai décrit au long dans ce Chapitre, & dans le précédent, les phénomènes qui me paroiffent avoir lieu dans la variation diurne horaire de l'Aiguille, au moins dans les endroits où je fais qu'on l'obferve. Je crois les avoir fuffifamment conftatées par 27,78 Obfervations que j'ai faites en cinq ans fur l'Aiguille A : par 6042 Obfervations que j'ai faites en un an fur l'Aiguille n.° 4 : par 1775 Obfervations faites en 3½ mois fur l'Aiguille n.° 6, & par conféquent par 40601 Obfervations faites dans l'endroit que j'habite fur les feules variations régulières. J'y ai ajouté les réfultats généraux de 3763 Obfervations

ſaites à La Haie & à Leiden : ce qui fait un total de 44364 Obſervations, dont j'ai déduit les loix que j'ai établies; loix que j'ai confirmées par celles qui ont été obſervées ailleurs. Je continue encore ces Obſervations : mais comme les réſultats en ſont invariablement les mêmes, il m'a paru inutile d'en groſſir ces Chapitres. Je me flatte donc qu'on trouvera que j'ai employé un aſſez grand nombre d'Obſervations pour aſſeoir un jugement aſſuré, & que j'ai ajouté quelque choſe aux Obſervations que MM. *Celſius*, *Hiorter*, *Graham*, *Wargentin*, *Cotte*, nous ont fournies ſur ce ſujet. Il ſeroit à ſouhaiter qu'on fît de pareilles Obſervations correſpondantes dans pluſieurs endroits du monde, & qu'on les comparât entr'elles. Ce ſeroit le ſeul moyen de parvenir à une connoiſſance exacte des cauſes. Je donnerai, dans le Chapitre VII, un eſſai ſur la manière de faire cette comparaiſon : eſſai qui me paroît propre à préſenter en abrégé les principaux points auxquels il convient de faire le plus d'attention.

CHAPITRE VI.

Considérations sur les Mouvemens qui paroissent opposés au Mouvement réglé.

§. 138. Quatre classes de ces mouvemens : considérations sur la dernière.

§. 138. Nous avons vu que ces mouvemens peuvent se rapporter à quatre classes : 1.° Quand l'Aiguille se meut tout le jour vers l'O. 2.° Quand elle se meut tout le jour vers l'E. 3.° Quand elle se meut toute la matinée vers l'E. & revient le soir vers l'O. au lieu de se mouvoir le matin vers l'O. & le soir vers l'E. 4.° Quand le mouvement est irrégulier, c'est-à-dire, quand l'Aiguille balance tantôt d'un côté, tantôt d'un autre. On pourroit ajouter encore l'immobilité parfaite de l'Aiguille : mais nous avons vu qu'elle est fort rare, puisqu'elle n'a été observée que huit fois en cinq ans : à *Sparendam* elle l'a été six fois sur 600 jours d'Observations, & elle n'a pas eu lieu à La Haye & à Leiden pendant le tems qu'on y a observé. Ce cas est donc excessivement rare. Il en est de même du mouvement irrégulier proprement dit. Il n'a eu lieu ici que 102 sur 1765 jours, ou à-peu-près une dix-septième partie du tems. (§. 11.) Il n'a eu lieu à Sparendam que dix-neuf fois sur 600 jours : à La Haye, onze fois sur 129, & à Leiden trois fois sur 41. Ce mouvement est donc rare. Nous avons déjà vu qu'il est souvent accompagné, précédé ou suivi d'aurore boréale. Je n'hésite donc pas à croire qu'il dépend de causes étrangeres, quelles qu'elles soient, qui dérangent & modifient ces causes régulières & constantes, qui produisent des mouvemens réguliers.

§. 139. Examen des trois autres classes.

§. 139. Mais que nous faudra-t-il penser des trois autres mouvemens ? Si, par mouvement régulier, on entend la seule variation diurne périodique dont nous avons parlé au long, ces trois mouvemens sont assurément irréguliers, & c'est dans ce

sens

ſens que nous en avons parlé dans les Chapitres précédens. Mais nous allons les conſidérer à préſent ſous un autre point de vue, & examiner s'ils profluent ou peuvent profluer d'une cauſe conſtante & régulière, & ſi cette cauſe eſt réellement la même que celle qui produit la variation diurne réglée.

Un mouvement qui ſe fait tout le jour vers l'E. un autre qui ſe fait tout le jour vers l'O. enfin un troiſième qui ſe fait le matin vers l'E. & le ſoir vers l'O. ſont, à les conſidérer chacun ſéparément & en eux-mêmes, auſſi réguliers qu'un mouvement qui ſe fait le matin vers l'O. & le ſoir vers l'E. On obſerve dans chacun un progrès conſtant & régulier, qui indique certainement une régularité dans la cauſe : & cette régularité eſt très-conſtatée par la comparaiſon de ce qui a lieu ici, avec ce qui a lieu à Sparendam : car, quoique la variation horaire le matin vers l'O. & le ſoir vers l'E. ſoit à-peu-près le ſeul mouvement conſtant qu'on obſerve ici ; & qu'au contraire les trois mouvemens E., O., & E. O., ſoient fort entremêlés à Sparendam, il n'en eſt pas moins vrai que les mouvemens vraiment irréguliers, ſont très-rares dans l'un & l'autre endroit, & même plus à Sparendam qu'ici, puiſqu'ils n'y ſont pas la trentième partie du total, & qu'ils en ſont chez moi la dix-ſeptième. Juſqu'où ſont-elles irrégulières?

§. 140. Or il me paroît très-poſſible que ces trois mouvemens E., O., E. O., ſoient réellement produits par la même cauſe qui produit le mouvement ordinaire & réglé O. E. En effet, nous avons vu ci-deſſus (§. 75, *ſeq.* 112.) que les différens périodes des mouvemens réglés ſont très-inégaux : qu'il y en a qui ne ſont que d'une heure ou deux : & qu'il y en a quelquefois d'autres, comme dans le n.° 1, par exemple, dont chaque partie ou une d'elles dure neuf à dix heures. Si donc il arrive, par quelque cauſe que ce ſoit, que le tems d'une des parties du période ſoit prolongé du double ou à-peu-près, on n'obſervera alors, pendant toute la durée du jour, qu'une ſeule des parties du période, la ſeule orientale, ou la ſeule occidentale. L'Aiguille ira tout le jour vers l'E. ou vers l'O. & ce mouvement, §. 140. Elles peuvent dépendre de la même cauſe que les mouvemens réguliers. Première conſidération.

quoiqu'il ſoit irrégulier par rapport au mouvement ordinaire qu'on obſerve ici, ſera cependant très-réellement de la même ſorte, mais avec cette différence, que le tems d'une des parties ſera d'un jour entier, au lieu qu'il n'eſt que d'un demi-jour dans le mouvement ordinaire. Or, quelque forte que puiſſe paroître cette différence, il arrive cependant quelquefois qu'il y en a de toutes pareilles dans le mouvement n.° 1, puiſque le tems d'une des parties du période n'eſt que de cinq heures, lorſque le *maximum* arrive à onze heures du matin, & qu'elle eſt de onze heures quand ce même *maximum* a lieu à cinq heures du ſoir : or l'un & l'autre de ces cas s'obſervent de tems en tems.

§. 141. Seconde conſidération.

§. 141. Des réflexions ſemblables s'appliquent naturellement au mouvement E.O. : quoiqu'il paroiſſe au premier abord exactement contraire au mouvement ordinaire O.E, il eſt cependant évident qu'il lui reſſemble eſſentiellement en ceci, qu'il eſt périodique, qu'il réſulte de la combinaiſon de deux mouvemens qui ſont exactement les mêmes. La différence qu'il y a, conſiſte 1.° dans le tems où l'on obſerve une de ces deux parties : dans le mouvement O. E. la partie O. s'obſerve la matin, la partie E. le ſoir : dans le mouvement E.O. celle-ci s'obſerve le matin, l'autre le ſoir. 2.° Dans le plus ou le moins de fréquence de ces mouvemens. Le mouvement E.O. eſt très-rare en Suède, à Londres & ici : il eſt au contraire très-fréquent à Sparendam, & il n'eſt pas rare à Montmorenci. Mais on ne ſauroit juger exctement de ce qui a lieu dans ce dernier endroit, parce que le P. *Cotte* n'y fait que trois Obſervations par jour ; excepté que du 9 au 18 de Janvier 1776, il en a fait à toutes les heures, depuis 4 h. du matin, juſqu'à 9 h. du ſoir ; & il a trouvé que l'Aiguille commençoit à ſe porter vers l'Oueſt, à 7 h. du matin ; qu'elle avançoit toujours vers ce point juſqu'à 2 ou 3 h. du ſoir ; & qu'enſuite elle revenoit vers le N. juſqu'à 9 h. du ſoir : le mouvement a donc été, pendant ces 9 jours, le mouvement, n.° 1, à compter depuis 7 h., ou le mouvement, n° 2, ſi l'on commence plutôt.

§. 142. Ces trois mouvemens E., O., & E. O., me paroissent donc être des modifications du mouvement O. E., qui a si régulièrement lieu dans l'endroit que j'habite, à Londres & en Suède : & ces modifications me paroissent consister dans une plus longue durée d'une des parties du période, & dans la différence des heures auxquelles on observe son premier ou son second nombre. Il est vrai que le changement réel de déclinaison y peut contribuer, & qu'elle peut faire évanouir tout mouvement diurne, en faisant aller l'Aiguille entièrement d'un côté, c'est ce qui paroît avoir eu lieu en Juillet 1771. Par exemple, l'Aiguille est allée vers l'E. pendant quatre jours continus, savoir, le 17, 18, 19, 20^e. Le 17, à six heures du matin, elle marquoit $19° \cdot 52'$, & le soir du 20, $19° \cdot 33'$. Du soir du 17 au matin du 18, il n'y eut qu'une minute de changement vers l'O. La même chose eut lieu le 19 & le 20 : mais, entre le soir du 18 & le matin du 19, il n'y eut aucun changement. L'Aiguille se sera donc mûe vers l'E. sans discontinuer pendant ces quatre jours, à moins qu'on ne suppose qu'elle ait fait un période vers l'E. pendant la nuit, & que la minute de variation occidentale qu'on a observée en ait été un reste. Il est encore arrivé deux fois que l'Aiguille s'est mûe vers l'E. pendant deux jours consécutifs, savoir, les 24 & 25 Janvier 1773 : il n'y eut aucune différence entre la dernière observation du 24, & la première du 25 : & les 18 & 19 Décembre 1774, sans qu'il y ait eu de la différence entre la dernière observation du 18 & la première du 19. Ce cas doit sûrement être attribué à un changement réel de déclinaison même. Il a été de $27'$ en ces deux jours, & depuis ce tems l'Aiguille n'est pas revenue au point où elle avoit été auparavant. Le lendemain, 20^e, l'Aiguille a été stationnaire, & le sur-lendemain, le 21, elle s'est encore mûe tout le jour vers l'E. de $13'$: de sorte que la déclinaison a changé de $40'$ en ce peu de tems. Il n'est arrivé qu'une seule fois, savoir, les 8 & 9 Décembre 1771, que l'Aiguille s'est mûe vers l'Ouest pendant deux jours consécutifs. A Sparendam, cette continutité de mouvement a été plus fréquente. §. 142. Conclusion.

Cette combinaiſon du mouvement périodique avec le changement général de déclinaiſon, eſt un élément auquel on doit bien faire attention, mais qu'on ne connoît malheureuſement que très-imparfaitement; & il eſt preſque impoſſible de ſéparer ces deux élémens avec certitude.

CHAPITRE VII.

Comparaison du Mouvement de deux Aiguilles, observées à-la-fois.

ARTICLE PREMIER.

Remarques préliminaires.

§. 143. J'ai parlé en détail, dans le Chap. 19 de la première Partie, des causes qui font que deux Aiguilles indiquent souvent des déclinaisons différentes, & des conditions qui sont requises pour qu'elles indiquent toujours le même point. Nous allons considérer à présent la même matière sous un autre point de vue, & comparer les mouvemens périodiques de deux Aiguilles observées à-la-fois. Il ne sera cependant pas inutile de faire, avant tout, cette réflexion particulière. §. 143. En quoi consiste cette comparaison.

Quelle que soit la différence qu'il y ait entre les déclinaisons de deux Aiguilles, ces Aiguilles pourroient cependant avoir le même mouvement : mais, en ce cas, la différence de leurs déclinaisons sera toujours exactement la même.

Si le mouvement est le même, il faut que les différentes variations diurnes, la variation horaire, les heures du *maximum*, les sortes de mouvemens soient exactement les mêmes.

Il m'a paru nécessaire d'examiner ce qui en seroit, avec plus de détail que ne l'ont fait les Physiciens, qui ont quelquefois observé deux ou plusieurs Aiguilles à-la-fois. Nous avons déjà vu (§. 346. Part. I.) que M. *Graham* en a fait quelques-unes pendant quelques jours : elles sont les plus complètes de celles que je connois, parce qu'elles ont été faites à différentes heures du jour. Le Père *Cotte* n'a rien dit de celles que M. *Du Hamel* a

faites avec six Boussoles à-la-fois, si ce n'est qu'il n'a rien trouvé de fixe dans leurs variations réciproques : & si, comme il me le paroît probable, M. *Du Hamel* n'a fait qu'une observation ou deux par jour, je ne suis pas surpris de ce peu d'accord. Enfin le même Père ne dit qu'un mot des observations qu'il a faites lui-même, (I. Part. §. 341.) Cette matière est donc encore à-peu-près neuve, & m'a paru mériter d'être traitée avec tout le soin possible.

§. 144. Points sur lesquels roule la comparaison.

§. 144. J'ai commencé le premier d'Avril 1775, à observer l'Aiguille n.° 4, faite selon mes principes, (I. Part. §. 338), conjointement avec l'ancienne Aiguille, dont je me sers depuis 1771. Je l'ai également observée à toutes les heures. Comme ces Aiguilles indiquoient des déclinaisons différentes, j'ai mis le premier d'Avril à sept heures du soir, l'Aiguille n.° 4 au même point que l'autre marquoit alors : dans la suite j'ai encore fait usage d'une troisième Aiguille, faite selon mes principes. Je donnerai d'abord le résultat de la comparaison entre l'Aiguille A & le n. 4 : ensuite celui de la comparaison entre n.° 4 & n.° 6.

Une pareille comparaison exige un travail très-considérable; car il faut d'abord prendre pour chaque heure de chaque mois, les *maxima*, *minima media*, pour les deux Aiguilles, comme j'en ai donné le résultat pour l'Aiguille A, dans les 39 premières Tables qui accompagnent ce Mémoire. Cela posé, j'ai fait tous les jours attention aux 14 objets suivans.

1.° A la plus grande différence qu'il y a eu, chaque jour, entre les déclinaisons des deux Aiguilles, observées au même moment.

2.° A la plus petite différence qu'il y a entre ces mêmes déclinaisons.

3.° A la différence qu'il y a eu entre les déclinaisons moyennes de chaque Aiguille pour chaque jour.

4.° A la variation diurne de ces déclinaisons moyennes pour chaque Aiguille.

5.° A la différence qu'il y a entre les variations diurnes totales.

6.° A la différence qu'il y a entre les variations diurnes à l'O.

7.° A la différence qu'il y a entre les variations diurnes à l'E.

8.° A la différence qu'il y a entre les variations nocturnes.

9.° A la différence qu'il y a entre les variations que la déclinaison de chaque Aiguille éprouve entre 6 heures du matin d'un jour, & pareille heure du lendemain.

10.° A la différence qu'il y a entre les grandes variations que chaque Aiguille éprouve en 24 heures.

11.° A la différence qu'il y a entre les plus grandes variations horaires de chaque Aiguille.

12.° Aux heures du *maximum.*

13.° A la sorte de mouvement dont chaque Aiguille est affectée chaque jour. J'ai distingué ces sortes en n.os 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, comme il a été dit ci-dessus (§. 68.) Les n.os 7 contiennent les trois espèces qui lui sont particulières.

14.° Enfin j'ai fait attention à la manière dont les Aiguilles se meuvent: car, ou l'Aiguille se meut vers l'O. ou vers l'E. ou elle est stationnaire. Il a donc fallu examiner si l'Aiguille A, par ex. se meut vers l'O. ou vers l'E. ou si elle est stationnaire, pendant que l'Aiguille n.° 4, que je prends pour terme de comparaison, se meut vers l'E. ou vers l'O. ou est stationnaire: ce qui fait neuf combinaisons différentes. J'ai donc fait attention à ce qui se passoit d'heure en heure: travail qui est très-considérable.

J'ai noté, dans mon Journal ce qui se passe chaque jour, pour pouvoir ensuite en faire chaque mois, chaque trimestre, chaque année un résumé général. J'ai cru devoir ajouter ces résumés à cet ouvrage.

§. 144. Mais il ne sera pas inutile de donner un mot d'éclaircissement sur ces Tables. §. 144*. Explication des Tables.

Les colomnes dans lesquelles j'ai mis les différences énoncées dans les n.^{os} 1, 2, 5, 6, 7, 8, du §. précédent, indiquent que c'est l'Aiguille dont le n.° est mis à la tête de ces colomnes, qui a eu la déclinaison, ou les variations les plus grandes. En prenant les différences des variations énoncées dans les n.^{os} 8 & 9, j'ai pris soin de noter si ces variations se font l'une & l'autre vers l'E. ou l'une & l'autre vers l'O. ou l'une vers l'E. l'autre vers l'O. Dans les deux premiers cas, j'ai pris la différence ; dans le second, la somme. Car il est clair, si la variation nocturne, par exemple, de l'Aiguille A est de 4′ E, & celle de l Aiguille n.° 4 aussi de 4′ O, qu'alors la différence de leur variation est de 8′, puisque l'arc compris entre les points où chaque Aiguille se trouve est de 8′. Du reste, je n'ai exclu ici aucun jour, que le mouvement de l'Aiguille fût régulier ou non.

J'ai pris chaque mois le *maximum* & le *minimum* des n.^{os} dont je viens de parler. J'ai marqué de plus combien de fois les différences des déclinaisons ou des variations de l'Aiguille n.° 4, ont été plus grandes ou plus petites, ou aussi grandes que celles du n.° A, ce que j'ai marqué ainsi n.° 4 > A, n.° 4 < A : n.° = A.

§. 145. De la Table 44. §. 145. Dans la Table 44, qui porte pour titre *Heures du maximum*, j'ai marqué combien de fois ces heures ont été exactement les mêmes pour les deux Aiguilles : combien de fois elles ont été en partie les mêmes, comme, par exemple, lorsque le *maximum* d'une Aiguille tombe à 2 heures : celui de l'autre à 12, 1, & 2, ou à 2 & 3 heures : & combien de fois elles ont été entièrement différentes. Je n'ai excepté ici aucun jour, & quel que fût ce mouvement de l'Aiguille, régulier ou non.

§. 146. De la Table 45. §. 146. Dans la Table, qui concerne ces sortes de mouvemens, j'ai marqué 1.° Combien de fois ces deux Aiguilles ont eu le même genre de mouvement : combien de fois une Aiguille a eu seule ce genre pendant que la seconde en avoit un autre.

§. 147. §. 147. Dans la Table 47, qui concerne les *variations nocturnes*, j'ai marqué 1.° Combien de fois ces variations s'étoient

faites

faites en même-tems vers l'E. ou vers l'O. ou avoient été nulles pour les deux Aiguilles : 2.° Combien de fois le mouvement de l'Aiguille A a été vers l'E. ou vers l'O. & celui du n.° 4 en même-tems nul, ou celui de l'Aiguille A nul, & celui du n.° 4 vers l'E. ou vers l'O. 3.° Enfin combien de fois l'Aiguille n.° A a été vers l'E. & le n.° 4 en même-tems vers l'O. ou le n.° A vers l'O. & le n.° 4 en même-tems vers l'E.

§. 148. Enfin j'ai marqué, dans la Table 43, combien de fois l'Aiguille A est stationnaire, ou se meut vers l'E. ou vers l'O. pendant que l'Aiguille n.° 4, que je prends pour terme de comparaison, est *stationnaire* ou *se meut vers l'E.* ou *se meut vers l'O.* ce qui fait pour chacun de ces trois genres du n.° 4, trois genres correspondans du n.° A. La première Partie de cette Table contient chaque genre du n.° A, sous chaque genre général du n.° 4 : mais j'ai fait un autre arrangement dans la seconde Partie : il est clair par l'inspection de la Table, & son utilité paroîtra suffisamment dans la suite. §. 148.

Je n'ai négligé aucun jour dans cette Table, pas même ceux d'Aurore boréale : il arrive delà que le nombre des observations est beaucoup plus grand que celui que j'ai coutume de faire : quelquefois aussi il est plus petit par l'omission de quelques heures, d'où il résulte que les nombres sont quelquefois fort inégaux pour différens mois. C'est ce qui m'a engagé de réduire à mille le nombre d'observations pour chaque mois, & tous les autres en conséquence.

ARTICLE II.

Du Mouvement horaire des Aiguilles.

§. 149. Une première remarque, qui s'offre d'abord à l'esprit, c'est que le nombre de fois que l'Aiguille n.° 4 a été stationnaire, a continuellement décru depuis le mois d'Avril jusqu'au mois d'Août : qu'il a cru ensuite jusqu'au mois de Janvier où il a été le plus grand, & qu'ensuite il a décru de nouveau. D'où il suit §. 149. Influence de l'été.

que le nombre de fois que l'Aiguille s'est mûe d'une heure à l'autre, a accru dans le même-tems que l'autre a décru. La même chose a eu lieu pour l'Aiguille A; ce qui confirme ce que nous avons dit ci-dessus, que les variations sont plus grandes en été qu'en hiver. *(§. 126. seq.)*

§. 151. Première comparaison.

§. 150. Pour ce qui est de la comparaison du mouvement de ces deux Aiguilles, il est clair, 1.° Qu'elles ne se meuvent pas toutes les deux ensemble : 2.° Mais qu'il arrive au contraire, & même assez souvent, que l'une est stationnaire pendant que l'autre se meut : 3.° Que lorsqu'elles se meuvent elles se meuvent le plus souvent dans le même sens, quoique le contraire ait lieu quelquefois. Voilà un résumé général, qu'il s'agit de discuter en détail.

En considérant la colonne des *mouvemens différens* de la seconde Partie de la Table, il est clair que le nombre de fois que l'Aiguille A a été stationnaire, est beaucoup plus considérable que celui où le n.° 4 l'a été : cela a eu lieu dans tous les mois de l'année 1775, excepté dans le seul mois de Septembre. Dans tous les autres la différence est très-considérable.

Donc *la nouvelle Aiguille obéit plus facilement que l'ancienne aux causes qui la mettent en mouvement.*

Il est clair encore que les mouvemens vers l'O. sont plus fréquens dans l'Aiguille n.° 4, & que ceux vers l'E. le sont moins que dans le n.° A : d'où il suit que les différentes parties des deux périodes sont d'inégale durée dans les deux Aiguilles.

§. 152. Seconde comparaison.

§. 152. Si l'on fait attention aux colonnes, *des mêmes mouvemens*, on verra que le nombre de fois que les mouvemens des deux Aiguilles ont été les mêmes, a continuellement diminué depuis le mois d'Avril jusqu'au mois de Juillet : qu'il a augmenté de Juillet jusqu'en Octobre, diminué d'Octobre jusqu'en Décembre, cru de Décembre jusqu'en Mars inclusivement. Ce nombre a été le plus grand en Octobre. Si l'on prend les

trimeſtres, on aura, ...

II. Trim.	1798
III. Trim.	1680
IV. Trim.	1841
I. Trim.	1842

Par où l'on voit que les mouvemens ſont plus fréquemment les mêmes en hiver qu'en été, à-peu-près en raiſon de 37 à 35; mais, comme ces obſervations n'ont encore été faites que pendant une année, on ne ſauroit beaucoup compter ſur ces proportions, au moins n'eſt-il pas ſûr qu'elles ſoient conſtantes. Donc *la cauſe régulière, qui produit le mouvement régulier général de toutes les Aiguilles, agit plus conſtamment dans les mois d'hiver que dans les mois d'été.*

§. 153. Paſſons aux mouvemens différens. Il eſt évident qu'ils indiquent que la cauſe qui meut les Aiguilles, n'agit pas ſur toutes les Aiguilles avec la même célérité, ou dans le même moment : car ſi cela étoit, elles ſe mouvroient toutes vers le même ſens dans le même inſtant. Cette différence indique donc une inertie à obéir à ce mouvement. Voyons quand & comment elle a été la plus forte. §. 153. Troiſième comparaiſon.

1.° Le nombre de fois que ces mouvemens différens ont eu lieu, a décru continuellement de Juin juſqu'en Novembre : il a cru en Décembre, & décru de Décembre juſqu'en Avril, & cru en Mai : de ſorte que ce nombre a été le plus grand en Décembre, Janvier, Mai & Juin, & le plus petit en Novembre, Octobre, Septembre, Août. En conſultant les trimeſtres, on voit qu'il eſt un peu plus grand dans les trimeſtres d'hiver. *Donc en général l'inertie au mouvement a été un peu plus grande en hiver.*

2.° Les nombres que nous examinons, ſont compoſés de deux ſortes de nombres : 1.° de ceux qui indiquent que le n.° 4 a été ſtationnaire, quand l'Aiguille n.° A s'eſt mûe : & de ceux qui indiquent que le n.° A a été ſtationnaire, quand le n.° 4 s'eſt

mû. Or, en consultant les deux colonnes où ces nombres sont marqués, on voit que le n.° A a été dans tous les mois, excepté dans celui de Septembre, plus souvent stationnaire que le n.° 4 : que cela a eu singulièrement lieu dans le mois de Janvier, & en général dans les trimestres d'hiver, & pour toute l'année la proportion a été comme 27 à 16. Donc *l'ancienne Aiguille offre plus d'inertie que le n.° 4, aux causes qui produisent le mouvement régulier, & sur-tout en hiver.*

Mais on voit, par les mêmes Tables, que si l'Aiguille n.° A offre plus d'inertie en hiver, le n.° 4 le fait en été : c'est-à-dire, qu'il arrive plus souvent en été qu'en hiver, que le n.° 4 est stationnaire pendant que l'Aiguille n.° A se meut : & au contraire, qu'il est plus fréquent en hiver qu'en été, que le n.° A est stationnaire, pendant que le n.° 4 se meut.

§. 154. Quatrième comparaison.

§. 154. Il est évident que ces mouvemens différens ne sont pas, à proprement parler, des mouvemens opposés, qu'ils marquent seulement que les deux Aiguilles n'obéissent pas avec une égale facilité aux causes motrices. Or ces mouvemens, ajoutés aux mouvemens qui sont réellement les mêmes, sont 11,446, sur 12,000, & par conséquent à-peu-près les $\frac{23}{24}$ parties du total. On voit donc par-là, que *les deux Aiguilles sont réellement agitées par une seule & même cause, qui les meut d'heure en heure :* & que *ce n'est qu'à des causes irrégulières qu'il faut attribuer les cas où le contraire a lieu.*

§. 155. Cinquième comparaison.

§. 155. Les mois de Juillet, d'Août, de Septembre & de Juin, sont ceux où les mouvemens contraires ont été les plus fréquens : & ceux de Janvier, d'Octobre, de Mars, de Mai, où ils l'ont été le moins. En général, ils ont été trois fois plus fréquens dans les trimestres d'été que dans ceux d'hiver. Les 564 fois que ces mouvemens contraires ont eu lieu, n'en font dans la réalité que 270 sur 364 jours, ce qui ne fait pas une fois par jour, ou sur dix-sept observations. Ces 270 mouvemens ont eu lieu en 145 jours, dont 102 dans les trimestres d'été pour 208 mouvemens, & 43 dans les trimestres d'hiver pour 62 mouvemens. Au reste,

je n'ai pas remarqué que les jours où l'Aiguille est irrégulière, soient plus féconds en pareils mouvemens que d'autres; car, pour tous les jours irréguliers qu'il y a eu dans le cours de l'année, il n'y en a eu que 16 où de pareils mouvemens aient eu lieu, & cela au nombre de 31 seulement. D'où il résulte que ces mouvemens contraires ne paroissent pas dépendre des mêmes causes qui produisent le mouvement irrégulier : ou bien que ces causes ne produisent, la plupart du tems, que ces mouvemens contraires, sans autre irrégularité.

Au reste, il y a de ces mouvemens qui ne dépendent certainement d'aucune cause irrégulière, mais uniquement de celle qui fait que les périodes des deux Aiguilles sont différentes en durée, & pour les heures du *maximum*. Ce sont même ces mouvemens-là qui sont les plus fréquens dans cette sorte. Car, que le *maximum* d'une Aiguille arrive, par exemple, à deux heures, celui de l'autre à trois heures, & que ces Aiguilles ne soient pas stationnaires, la première s'en retournera déjà vers l'E. pendant que l'autre ira encore vers l'O. Ceci a lieu encore quand une des Aiguilles s'approche le matin de l'E. plus long-tems que l'autre, ou que le soir elle commence plutôt à s'approcher de nouveau vers l'O. On voit donc que ces mouvemens, quoique réellement contraires à ce que j'ai nommé les *mêmes mouvemens*, & à ce qui auroit lieu, si toutes les Aiguilles se meuvoient exactement de même, n'indiquent cependant pas des mouvemens de genre opposé, mais qu'ils sont uniquement des modifications du mouvement général, inégal pour différentes Aiguilles.

§. 156. La comparaison des mouvemens horaires des Aiguilles n.° 4 & n.° 6, mène aux mêmes conclusions; il seroit donc inutile de s'y arrêter, si je ne me proposois de la considérer ici sous un autre point de vue, & relativement à celles des Aiguilles n.° A & n.° 4. Voici donc ce qui a été observé en Janvier, Février & Mars 1776.

§. 156. Comparaison des Aiguilles, n.os 4 & 6.

	N.° A & n.° 4.	N.° 4 & n.° 6.
Mêmes mouvemens	1842	2220
Mouvemens divers	1104	737
Mouvemens opposés.....	54	43
	3000	3000

Et pour Avril, Mai & Juin, on a eu ....

	N.° A & n.° 4.	N.° 4 & n.° 6.
Mêmes mouvemens.....	1866	2312
Mouvemens divers......	1079	665
Mouvemens opposés	55	23
	3000	3000

De sorte que les nouvelles Aiguilles s'accordent beaucoup mieux que les anciennes, & mieux encore pendant le second trimestre de cette année, que pendant le premier.

Nous avons dit aussi ci-dessus (§. 151), que l'Aiguille n.° A paroissoit plus inerte que le n.° 4; mais n.° 4 & n.° 6 l'ont paru également : car, le n.° 4 a été 370 fois stationnaire pendant que le n.° 6 s'est mû : & le n.° 6 a été stationnaire 367 fois pendant que l'Aiguille n.° 6 s'est mûe, quoiqu'il y ait eu quelquefois des différences dans tel ou tel mois. Ces deux Aiguilles s'accordent donc très-bien entr'elles.

Tout ceci a également eu lieu pour les 16 derniers jours de Décembre 1775 : pour les Aiguilles n.° 4 & n.° 6, les mouvemens ont été ....

Les mêmes	190 fois
Divers	62
Opposés	11
	263 fois

Les mouvemens opposés ne sont donc que la soixante-dixième partie du total dans le premier cas, & la vingt-cinquième dans le second.

ARTICLE III.

Des Heures du Maximum.

§. 157. Les mouvemens horaires dont nous venons de parler, menent aux mouvemens périodiques mêmes. Les deux parties O. & E. du période sont séparées par le *maximum*. J'ai donc fait chaque jour attention à cette heure du *maximum*, & j'ai trouvé que les *maxima* de mes deux Aiguilles avoient quelquefois lieu à la même heure exactement, quelquefois en partie aux mêmes heures, (§. 145.) enfin que ces heures sont quelquefois totalement différentes, & plus souvent différentes qu'elles ne sont exactement les mêmes : mais elles sont le plus souvent les mêmes en partie. §. 157. Comparaison des Aiguilles, n.° A & n.° 4.

On voit, dans la Table 44, qu'il n'y a guères quelque ordre par rapport aux différens mois, si ce n'est en général que les heures sont un peu plus souvent exactement les mêmes en été qu'en hiver, & un peu moins souvent les *mêmes en partie ;* mais la différence est très-petite. Il est clair enfin que le nombre de fois que les heures sont en partie les mêmes, font à-peu-près la moitié du total ; & celui des fois que les heures sont exactement les mêmes, n'en font que la cinquième partie.

Il résulte de cette différence, que les périodes diurnes de deux Aiguilles placées dans le même endroit, sont rarement exactement les mêmes, & que le milieu du période tombe le plus souvent à des heures différentes, en tout, ou en partie.

§. 158. Mais, à cet égard encore, les deux Aiguilles faites selon mes principes, s'accordent beaucoup mieux entr'elles, qu'elles ne le font avec une Aiguille ordinaire : car voici ce qui a eu lieu pour le premier trimestre de cette année. §. 158. Comparaison des Aiguilles, n.° 4 & n.° 6.

	Mêmes.	En partie.	Différ.	Total.
Janvier ...	8 ...	18 ...	5 ...	31
Février ...	10 ...	13 ...	6 ...	29
Mars.....	11 ...	18 ...	2 ...	31
Trim......	29 ...	49 ...	13 ...	91

On voit par-là que le nombre de fois que les heures ont été exactement les mêmes, est à-peu-près double de celui qui a eu lieu pour les Aiguilles, n.° A & n.° 4, & que le nombre des heures différentes, n'est à-peu-près que la moitié d'un pareil nombre pour les Aiguilles, n.° A & n.° 4; aussi n'est-il que la septième partie du total.

Et, pour le second trimestre, ...

	N.° A & n.° 4.	N.° 4 & n.° 6.
Exactement les mêmes	17	34
Les mêmes, en partie	62	54
Différentes	11	2
Total	90	90

Accord plus grand encore que pendant le premier trimestre.

ARTICLE IV.

Des sortes de Mouvement.

§. 159. Comparaison générale.

§. 159. Les différences dont nous venons de parler, sont assez grandes pour qu'on s'attende à trouver que les Aiguilles n'ont pas toujours les mêmes sortes de mouvemens. Cela n'arrive pas la moitié du tems. On voit, par la Table 45, que le nombre des jours où les mouvemens ont été les mêmes, monte à 174 sur 364, en exceptant les 17 jours du n.° 7; & en les y comprenant ce nombre est de 191 sur 364. Les mouvemens n.os 1, 2, 3, sont ceux que l'Aiguille a eu le plus souvent en même-temps. Mais il faut considérer chacun de ces mouvemens en particulier.

Pour ne pas entrer en un trop grand détail, je transformerai le résultat de la Table 45 en une autre Table, qui indiquera, 1.° La proportion du nombre de jours que le mouvement des deux Aiguilles a été le même, au total des jours, d'abord pour l'année entière, ensuite pour l'été, enfin pour l'hiver : en supposant le total égal à l'unité. 2.° La proportion du nombre des jours que chaque

chaque mouvement a eu lieu pour l'Aiguille n.° 4, à celui des jours où il a eu lieu pour l'Aiguille A, soit en été, soit en hiver, en supposant les nombres pour l'Aiguille n.° 4 égaux à l'unité.

		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Simultanés.	Total.	0.36 à 1	0.29 à 1	0.38 à 1	0.36 à 1	0.07 à 1	0.58 à 1
	Été..	0.34 à 1	0.31 à 1	0.3 à 1	0.40 à 1	0.44 à 1	0.44 à 1
	Hiver.	0.37 à 1	0.26 à 1	0.44 à 1	0.3 à 1	0.08 à 1	0.33 à 1
Proportion du n.° A au n.° 4.	Total.	1.58 à 1	0.94 à 1	0.86 à 1	0.70 à 1	2.75 à 1	1,23 à 1
	Été..	1.36 à 1	0.95 à 1	0.86 à 1	0.81 à 1	2 à 4	0.83 à 1
	Hiver.	1,83 à 1	0.92 à 1	0.86 à 1	0.57 à 1	2.25 à 1	1.67 à 1

§. 160. Premières conséquences.

§. 160. Il résulte de cette Table, 1.° Que les n.^{os} 1, 5 & 6, ont été beaucoup plus fréquens pour l'Aiguille n.° A que pour l'Aiguille n.° 4. Elle a donc eu plus souvent, & un mouvement régulier, & des mouvemens opposés aux réguliers. 2.° Que ces excès ont été plus fréquens en hiver qu'en été, excepté pour le n.° 5. Il y a cependant quelques mois qui forment des exceptions.

Il résulte encore de cette Table, 3.° Que le mouvement n.^{os} 2, 3, 4, & sur-tout n.° 4, ont été plus fréquens pour l'Aiguille n.° 4, que pour l'Aiguille A, & que cet excès a toujours eu lieu en hiver, excepté pour le n.° 3, où il y a égalité. On voit donc par-là, que les causes qui font que les Aiguilles n'ont pas toujours le même mouvement, sont maîtrisées par l'influence des saisons; mais que celles-ci ont agi différemment sur les différentes sortes de mouvement: ce qui a été remarqué ci-dessus, (§§. 124, 125.) à une autre occasion.

§. 161. Secondes conséquences.

§. 161. Il résulte de cette Table en quatrième lieu, que les mouvemens de même sorte, ne sont simultanés l'un portant l'autre (excepté pour le n.° 5) que les $\frac{35}{100}$ parties du tems, ou un peu plus du tiers, & que les extrêmes sont, 0·38, (n.° 3 & n.° 6.) & 0·29. (n.° 2.) Il en faut excepter, comme je l'ai dit n.° 5; car, outre qu'il n'est pas fréquent, il est rare pour l'Aiguille n.° 4 Cette proportion, assez constante dans les autres

ſortes, indique une eſpèce de conſtance dans les cauſes. Il en réſulte enfin en 5^e lieu, que cette *ſimultaneité* eſt modifiée par l'influence des ſaiſons, mais différemment pour les différentes ſortes. Elle eſt plus fréquente en hiver pour la première & la troiſième, & même la différence eſt conſidérable pour la troiſième: mais elle l'eſt en été pour les 2, 4, & 6^e ſortes, & même conſidérablement pour la ſixième.

§. 162. Conſéquence générale.

§. 162. Il réſulte donc en général de ces obſervations ſimultanées, que, quoique les deux Aiguilles aient un mouvement périodique diurne vers l'O. & vers l'E., ſoumis dans l'une & dans l'autre aux mêmes loix générales, ce mouvement eſt cependant modifié chaque jour différemment dans chaque Aiguille, & qu'il n'arrive guères que de trois jours l'un que les modifications ſoient les mêmes. Les cauſes de ces modifications, & celles des mouvemens diurnes, dépendent donc en partie ou d'une même cauſe, ſoit univerſelle, ſoit locale, qui agit différemment ſur les Aiguilles, ou des Aiguilles mêmes. Or cette dernière conſidération paroît acquérir plus de force, puiſque des Aiguilles, conſtruites ſur des principes qui doivent tendre à rendre leurs mouvemens ſemblables, approchent plus d'une uniformité conſtante que les Aiguilles ordinaires: c'eſt ce que la comparaiſon des Aiguilles n.° 4. & n.° 6. prouve.

On voit dans la Table 45, ce qui a lieu pour les Aiguilles A & n.° 4 en Janvier, Février, Mars. Voici ce qui a eu lieu pour les Aiguilles n.° 4 & n.° 6.

Mouv.	N.° I.			N.° II.			N.° III.			N.° IV.			N.° V.			N.° VII.		
Aig. . .	VI IV.	VI.	IV.	VI IV.	VI.	IV.	VI. IV.	VI.	IV	VI IV.	VI.	IV.	VI IV.	VI.	IV.	VI. IV.	VI.	IV.
Janv. . .	6	3	1			2	9	6	2	2		3	2			6	8	5
Fev. . .	4	1	1	1		1	10	2	4	8		4				6	6	1
Mars . .	2	2		5		1	9	3	1	8	1	4			1	5		
I. Tr . .	12	6	2	6		4	28	11	7	18	1	11	2		1	17	14	6

Le mouvement n.° 6 n'a pas eu lieu.

Cette Table, comparée à la 45e, fait voir combien ces Aiguilles s'accordent mieux entr'elles que les n.os A & 4 : il y a ici 66 jours de mouvemens semblables, au lieu que pour les n.os A & 4 il n'y en a que 44, en exceptant le n.o 7. Cependant les Aiguilles n.os 4 & 6 ne s'accordent pas toujours : c'est tantôt l'une, tantôt l'autre, qui a plus fréquemment tel ou tel genre de mouvement. Les n.os 1 & 3 paroissent pourtant plus fréquens pour le n.o 4 & les n.os 2, 4, 5, pour le n.o 6. Cependant l'accord est considérablement plus grand, & cela comme 66 à 44, ou 3 à 2.

Sortes de Mouvement pour le second trimestre de 1776.

	A, IV.	A.	IV.	Somme		VI, IV.	VI.	IV.	Somme
N.o I...	10	13	5	28	N.o I...	12	4	2	18
N.o II..	5	11	9	25	N.o II..	11	3	3	17
N.o III.	19	17	9	45	N.o III.	20	1	6	27
N.o IV.	9	4	23	36	N.o IV.	27	6	4	37
N.o V...	1	1		2	N.o V...	1			1
N.o VI.	1	2		3	N.o VI.	1	1		2
N.o VII.	5	3	2	18	N.o VII.	10	2	3	15

Cette Table confirme donc la vérité de ce qui a été dit dans ce §. &, de plus, que les Aiguilles, n.os 4 & 6, se sont beaucoup mieux accordées que les n.os A & 4. Pour A & 4, il y a eu 45 mouvemens, exactement les mêmes pour les deux Aiguilles, & il y en a eu 72 pour les n.os 4 & 6, en exceptant, dans l'un & l'autre cas, le n.o 7.

§. 163. Je n'ai pas encore parlé de la septième sorte de mouvement. Les jours qui sont marqués ici dans la première case, sont la somme des trois classes de cette sorte; & ceux de la 2e, sont la seconde & la troisième sortes (§. 68, n.o 7). Mais le nombre de jours vraiment irréguliers ne s'étant monté qu'à trois pendant le premier trimestre de cette année, & ayant eu lieu en même-tems pour les trois Aiguilles, je ne saurois dire s'il y a à cet égard plus de convenance entre les Aiguilles n. 4 & n.o 6, qu'entre le n.o 4 & l'ancienne, ou si les causes vraiment irrégu-

§. 163. Des Mouvemens irréguliers.

lières agiſſent toujours en même-tems ſur les 3 Aiguilles, quoique inégalement.

ARTICLE V.

De la grandeur des Mouvemens diurnes.

§. 164. Comparaiſon du mouvement diurne total.

§. 164. On voit, dans la Table 46, combien de fois par mois les variations diurnes ont été plus grandes pour l'Aiguille n.° 4, que pour l'Aiguille A, ou pour celle-ci que pour celle-là, ou combien de fois la grandeur de ces variations a été la même. Le chiffre posé dans l'angle indique quelle eſt la différence : par exemple, en Mars, 28 marque que la variation diurne du n.° 4, a ſurpaſſé de 28′ la variation de l'Aiguille A, le jour où la différence a été la plus grande : au reſte, je n'ai pas excepté ici les jours d'Aurore boréale ou d'agitation irrégulière.

On voit d'abord que ces trois mouvemens, le total, l'occidental & l'oriental, ne s'accordent pas entr'eux, & qu'il y a des mois où l'un d'eux a été plus fréquent pour le n.° 4, par exemple, & les autres pour le n.° 5. Il faudra donc les examiner ſéparément.

Du Mouvement diurne total.

Et d'abord pour ce qui eſt du mouvement diurne total, il eſt clair qu'il n'y a eu aucun mois où il n'ait été plus grand, tantôt pour une Aiguille, tantôt pour l'autre : que cependant il a été en général plus grand pour le n.° 4, que pour le n.° A : que cela a encore eu lieu en hiver, mais non en été : de ſorte qu'en été les mouvemens de l'Aiguille n.° A, paroiſſent plus grands que ceux du n.° 4. Il y a eu des mois entiers où la grandeur des mouvemens a prévalu le plus ſouvent pour l'Aiguille 4 ou pour l'Aiguille A : en Mai, Juin, Juillet, le mouvement a été le plus ſouvent plus grand pour l'Aiguille n.° 4 : en Août, Septembre, Octobre, Novembre pour l'Aiguille A : en Décembre, Janvier,

Février, Mars pour l'Aiguille n.° 4 : en Avril pour A. L'égalité du mouvement a été beaucoup plus grande en hiver qu'en été.

§. 165. Les deux Aiguilles n.° 4 & n.° 6, faites selon mes principes, paroissent s'être mieux accordées : car voici ce qui a eu lieu en Janvier, Février, Mars. §. 165. Comparaison des Aiguilles, n.° 4 & n.° 6.

	N.° 6 > 4.		N.° 4 > 6.		N.° 4 = 6.
Janvier..	7	1	20	4	4
Février..	17	7	11	5	1
Mars....	13	9	15	5	3
Somme..	37	7	47	5	8

Par où l'on voit que l'excès de la grandeur du mouvement d'une Aiguille, sur celle du mouvement de l'autre, n'est pas, à beaucoup près, si grand que pour les Aiguilles, n.° 4 & n.° A, excepté pour le seul mois de Janvier : il y a donc plus de rapport.

Voici ce qui a eu lieu pour le second trimestre de 1776.

	N.° 6 > N.° 4.	N.° 4 > N.° 6.	N.° 4 = N.° 6.
II. Trim....	43	36	13
I. Sem......	80	83	21

	N.° 4 > N.° A.	N.° 4 < N.° A.	N.° 4 = N.° A.
II. Trim....	49	32	9
I. Sem......	112	49	18

Donc plus grand accord entre les nouvelles Aiguilles.

§. 166. Ceci paroîtra encore mieux, si l'on fait attention à la grandeur de l'excès d'un mouvement sur l'autre. Il n'a été que de 7′ pour les Aiguilles n.° 4 & n.° 6, & cela le 17 Février qu'il y eut le soir une agitation irrégulière : au lieu qu'il a été le même jour de 13′ pour les Aiguilles n.° A & n.° 4, & en Mars de 28′, ce qui est arrivé le 28e, jour d'un mouvement irrégulier extraordinaire, qui fit parcourir 70′ à l'Aiguille n. 4, 42′ à l'Aiguille n.° A, & 63′ à l'Aiguille n.° 6. §. 166. Confirmation de ce résultat.

Il est donc en général rare que les variations totales de plusieurs Aiguilles soient également grandes : cela n'est arrivé que la seizième partie du tems pour les Aiguilles n.° A & n.° 4; & dans celles dont je me suis servi, le n.° 4 a été sujet aux plus grands mouvemens.

Mouvemens vers l'O.

§. 167. Résultat des observations.

§. 167. Ce que nous venons de dire s'applique aussi aux mouvemens qui se font vers l'O. : ils sont cependant plus souvent également grands, cela monte à un neuvième du total. Le n.° 4 a encore eu, en général, les mouvemens les plus grands: en été, le nombre de fois que cela est arrivé n'a pas été plus considérable que cela a eu lieu pour l'Aiguille n.° A; mais en hiver, la prépondérance a été considérable, ainsi que celle du nombre de jours que la variation a été la même.

Au reste, à cet égard encore, il y a eu plus de rapport entre les Aiguilles n.° 4 & n.° *6*, puisque le nombre de jours que le mouvement d'une Aiguille a prévalu, est à-peu-près égal pour toutes les deux, tandis que dans le même-tems cette prépondérance a eu lieu une fois & demie plus souvent pour l'Aiguille n.° 4, que pour le n.° A. Aussi l'excès n'a-t-il pas été aussi grand pour les n.os 4 & *6*, que pour les n.os 4 & A : car il ne se monte dans son *maximum* qu'à 9′ pour celles-là, & il a été dans le même-tems de 11′ pour celles-ci.

Les observations du second trimestre, confirment ce qui a été dit dans ce §.

N.° 6 > N.° 4.	N.° 4 > N.° 6.	N.° 4 = N.° A.
32	35	25
N.° 4 > N.° A.	N.° A > N.° 4.	N.° 4 = N.° A.
46	29	13

Accord plus grand entre les nouvelles Aiguilles.

Il suit enfin, de ce que nous venons de dire, que l'inégalité est beaucoup moins grande pour le mouvement vers l'O., que

pour le mouvement total. Ce qui ne vient que de l'inégalité du mouvement vers l'E., qui a quelquefois lieu, avant que le grand période commence.

Mouvement oriental.

§. 168. Celui-ci est encore en général plus grand, ou plus fréquemment plus grand pour l'Aiguille n.° 4, que pour l'Aiguille n.° A, & cela tant en été qu'en hiver, au contraire de ce qui a lieu pour les mouvemens précédens. Il n'y a que les mois d'Avril, de Septembre, & d'Octobre qui fassent exception : mais le nombre de fois que les mouvemens ont été également grands, sont un peu plus fréquens en hiver. §. 168.

Ce plus grand accord est encore prouvé par les observations du second trimestre ; en voici les résultats.

N.° 6 > N.° 4.	N.° 4 > N.° 6.	N.° 4 = N.° 6.
45	24	20
N.° 4 > N.° A.	N.° A > N.° 4.	N.° 4 = N.° A.
23	50	15

Cependant il y a pour ce mouvement, tout comme pour les précédens, beaucoup plus d'accord entre les Aiguilles n.° 4 & n.° 6, qu'entre les Aiguilles n.° 4 & n.° A, soit qu'on considère le nombre de fois que le mouvement d'une des Aiguilles a été plus grand que celui de l'autre, soit qu'on considère le nombre de fois que ces mouvemens ont été également grands, soit enfin que l'on fasse attention à la grandeur même de l'excès. On trouvera cependant un peu plus d'inégalité que pour les mouvemens précédens : & elle paroît avoir été un peu plus grande en Février & Mars pour les n.° 4 & n.° 6, que pour les n.^os 4 & A.

Conclusion.

§. 169. Il suit, de ce que nous venons de dire, que dans un même endroit, les Aiguilles, quoique sujettes aux mêmes mouvemens généraux ont cependant presque toujours des mouve- §. 169. Conclusion générale.

mens de grandeur différente, sur-tout en été; &, quoique nous n'ayions pas vu d'exemple que le mouvement de l'une ait été constamment, pendant un mois entier, plus grand que celui de l'autre, il y en a cependant dans lesquels il est plus fréquent, soit constamment, soit dans une seule saison, & pour nos trois Aiguilles; n.° 4 semble être dans le cas. Il s'ensuit que les Aiguilles faites selon nos principes, s'accordent à cet égard mieux entr'elles qu'elles ne le font avec des Aiguilles ordinaires.

ARTICLE VI.

Du Mouvement nocturne.

§. 170. Comparaison des Aiguilles, n.° A & n.° 4.

§. 170. Pour compléter ce qui concerne le mouvement périodique, il faut avoir égard au mouvement nocturne. Celui-ci peut se considérer de deux façons différentes, & par rapport au sens dans lequel il se fait, & par rapport à sa grandeur. C'est de ces deux façons que nous allons l'examiner.

Ce mouvement peut se faire pour chaque Aiguille vers l'E. ou vers l'O. ou il peut être nul. D'où résultent neuf combinaisons pour les deux Aiguilles. On en voit le résultat dans la Table 47^e, seconde partie qui fournit les conclusions suivantes.

1.° Les mouvemens opposés ne font que la sixième partie du total, à-peu-près & même moins; mais il y a eu une grande différence pour les deux Aiguilles; car le n.° A va beaucoup plus souvent vers l'E. que le n.° 4, lorsque les mouvemens sont opposés.

2.° Les mouvemens, qui sont exactement les mêmes, sont de beaucoup les plus fréquens, & font plus que les sept douzièmes parties de l'année.

3.° Quoique le nombre des mêmes mouvemens soit à-peu-près le même en été qu'en hiver, il y a cependant des différences pour les différentes sortes. Les mouvemens vers l'Est sont plus fréquens, & même cinq fois plus fréquens en été qu'en hiver:

hiver : au contraire, les mouvemens vers l'O. sont deux fois plus fréquens en été ; & les mouvemens *nuls* sont en été la moitié plus fréquens.

4.° Enfin les mouvemens divers sont plus fréquens en hiver qu'en été, c'est-à-dire, qu'il arrive beaucoup plus souvent en hiver qu'en été, qu'une des Aiguilles est stationnaire pendant que l'autre se meut. Cet excès a sur-tout eu lieu lorsque le n.° A a été stationnaire, & elle a été beaucoup plus souvent stationnaire que le n.° 4 ; il en faut excepter les seuls mois de Juin, d'Août, & d'Octobre. Ce qui s'accorde avec ce que nous avons dit ci-dessus, que cette Aiguille paroît avoir plus d'inertie au mouvement. (§. 151.)

§. 171. Quelqu'accord qu'il y ait entre ces deux Aiguilles, il est encore plus grand pour les n.os 4 & *6* : le nombre des mêmes mouvemens est de 78 au lieu de 55 : & celui des opposés 1 au lieu de 5 : enfin les deux Aiguilles ont paru offrir la même inertie au mouvement. §. 171. Comparaison des n.os 4 & 6.

Dans le second trimestre, il y a eu, pour les n.os *6* & 4 ; 80 mouvemens semblables, & un seul opposé ; &, pour les Aiguilles, n.os 4 & A, il n'y en a eu que cinquante semblables, & huit opposés : les n.os *6* & 4 ont été à-peu-près également souvent stationnaires ; mais le n.° A l'a été trois fois plus souvent que le n.° 4.

§. 172. Il résulte, de ce qui vient d'être dit, que le mouvement nocturne, est produit, ainsi que le diurne, par une même cause générale, sujette à la vérité à quelques modifications : celles-ci dépendent vraisemblablement des Aiguilles, & diminuent manifestement dans les Aiguilles faites selon nos principes. §. 172. Conséquence.

§. 173. Passons à la grandeur même du mouvement nocturne. Nous y trouverons les mêmes différences que nous avons trouvées ci-dessus, pour les mouvemens diurnes. En général, les excès de la grandeur du n.° 4 sur le n.° A, ont été plus fréquens que ceux du n.° A sur le n.° 4, & même en beaucoup plus grande raison, que pour aucun mouvement diurne. Les mois d'Avril & §. 173. Comparaison de la grandeur des mouvemens.

d'Août font seuls exception. Cette fréquence est beaucoup plus considérable en hiver qu'en été, ce qui s'accorde avec ce que nous avons dit de l'inertie de l'Aiguille n.° A. (§. 181 · 170.) Le nombre de fois que les mouvemens ont été de même grandeur, a aussi été plus considérable en hiver. Table XLVII. Partie première.

Cet excès est quelquefois fort grand, il a été de 27′ la nuit du 3 au 4 Juillet 1775. L'Aiguille n.° A s'approcha vers l'O. de 24′, & le n.° 4 de 3′ vers l'Est: mais la première revint dans la matinée à la situation précédente. De sorte qu'il y a eu quelque cause irrégulière, qui paroît avoir produit cette prodigieuse différence. L'Aiguille n.° A se meut le 4 tout le jour vers l'Est.

§. 174. Comparaison des Aiguilles, n.° 4 & n.° 6.

§. 174. Il y a eu, à l'égard de la variation nocturne, beaucoup plus d'accord entre les Aiguilles n.° 4 & n.° 6, qu'entre le n.° 4 & le n.° A. Car premièrement le nombre de fois que le mouvement a été égal, est à-peu-près deux fois plus grand. 2.° le nombre de fois que le mouvement nocturne de l'Aiguille n.° 4, a été plus grand que celui du n.° 6, a été, pour tout le trimestre, égal au nombre de fois que le mouvement du n.° 6, a été plus grand que celui du n.° 4. À la vérité cela n'a eu lieu pour tous les mois, mais la différence a toujours été plus considérable pour les n.^{os} 4 & A. Enfin, si l'on en excepte le mois de Mars, l'excès même a été plus petit. Ce grand excès que le n.° 6 a eu sur le n.° 4, est arrivé le 28 de Mars, jour de ce mouvement irrégulier dont nous avons déjà parlé. (§. 166.)

Pendant le second trimestre, le nombre de fois que le mouvement des n.^{os} 4 & 6 ont été égaux, a été à-peu-près le triple du nombre de fois auxquelles les n.^{os} 4 & A ont eu des mouvemens également grands: le mouvement du n.° 4 a été 57 fois plus grand que celui du n.° A, & celui du n.° A seulement 20 fois plus grand que celui du n.° 4: au lieu que le mouvement du n.° 4 a été 38 fois plus grand que celui du n.° 6, & celui du n.° 6, 21 fois plus grand que celui du n.° 4:

l'accord a donc été constamment plus grand entre les nouvelles Aiguilles.

ARTICLE VII.

Conclusion générale.

§. 175. Il suit, de ce que nous avons dit dans ce Chapitre, que les mouvemens, tant diurnes que nocturnes de différentes Aiguilles, sont évidemment produites par la même cause; mais que celle-ci est sujette en différentes Aiguilles à des modifications, maîtrisées en partie par l'influence des saisons, & qui paroissent dépendre, au moins en partie, des Aiguilles mêmes : au moins les Aiguilles faites selon mes principes, s'accordent à tous égards mieux entr'elles qu'avec des Aiguilles ordinaires. Je suis donc bien loin d'être obligé de dire comme le Père *Cotte*, que je n'ai rien trouvé de fixe dans les variations réciproques de mes Aiguilles. §. 175. Conclusion.

ARTICLE VIII.

De la grandeur des Déclinaisons observées au même moment.

§. 176. Quoiqu'à la rigueur je puisse me dispenser de dire quelque chose sur ce sujet, j'indiquerai cependant ce que j'ai trouvé de plus général, ne fût-ce que pour faire voir combien les nouvelles Aiguilles s'accordent mieux que les anciennes. §. 176. Comparaison entre les Aiguilles, n.° A & n.° 4.

Le premier d'Avril 1775, les deux Aiguilles n.° A & n.° 4, indiquoient le même point : ensuite la déclinaison du n.° 4 a beaucoup augmenté, de façon qu'elle a toujours prévalu jusqu'au 13^e^, la plus grande différence ayant été de 19′. Le 14 & le 15 le n.° A a prévalu, & le 16, jour d'Aurore boréale, le n.° 4 a de nouveau commencé à prévaloir. Le 26, la différence alloit déjà à 32′ : n.° 4 a continué à prévaloir, tantôt plus, tantôt moins, jusqu'au 25 de Juin. Le n.° A a repris alors le dessus : ce qui a duré sans interruption (à l'exception d'un petit nombre d'heures réparties sur trois jours)

jusqu'au 15^e de Septembre. Le 16 & 17 n.° 4 a prévalu; mais du 18 de Septembre jusqu'au 11 de Décembre, n.° A a constamment eu le dessus, si l'on en excepte les 9, 15, 16, 17, 24, 25, 29 d'Octobre, le 18 de Novembre, & encore un très-petit nombre d'heures en d'autres jours. Le 11 Décembre le n.° 4 a commencé à prévaloir, ce qui a duré jusqu'au 29 : du 29 Décembre le n.° A a constamment prévalu jusqu'au 13 Mars, à l'exception de deux ou trois jours; mais alors n.° 4 a commencé à avoir une déclinaison plus grande, & l'excès a monté à 33′ en peu de jours. Ces excès de déclinaison d'une Aiguille sur l'autre, ont donc ordinairement été constans pendant bien des jours, souvent pendant des mois, ce qui semble indiquer une permanence dans les causes. J'ai dit quelque chose sur ces causes dans le Chapitre 19^e de la première Partie; mais je ne suis appelé à traiter actuellement de ceci plus en détail. Je me contente d'ajouter la Table 48, dans laquelle on voit pour chaque mois le *maximum* & le *minimum*, de la différence des déclinaisons observées au même moment.

§. 177. Comparaison des trois Aiguilles.

§. 177. Ces différences de déclinaisons ont été moins constantes & moins grandes pour les Aiguilles n.^{os} 4 & 6, que pour les n.^{os} 4 & A. Voici ce qui a eu lieu.

Le 15 de Décembre, à 6 heures du matin, même déclinaison pour les n.^{os} 6 & 4 : l'Aiguille n.° 6 a prévalu tout le mois, excepté les 17, 23, 24. La plus grande différence a été de 7′ le 15^e même, & il n'y a pas eu de jour que la différence n'ait été nulle à plusieurs heures. Le 15 de Décembre, à 6 heures, la différence, entre les n.^{os} 4 & A, etoit de 6′ dont la déclinaison de A étoit moindre : donc, pour tout réduire à l'unisson, il faut ôter 6′ des excès de n.° 4 sur A, & en ajouter 6 aux excès de A sur n.° 4. Cela posé la plus grande différence a été pour ces Aiguilles, dans le même tems, de 6′ & la moindre de 1′.

Quoique la déclinaison du n.° 6 ait le plus souvent surpassé celle du n.° 4, il n'y a cependant eu que 80 jours, pendant lesquels les déclinaisons n'aient pas été égales pendant une ou

plusieurs heures; au lieu que cette égalité n'a eu lieu, en tout, que pendant 20 jours pour les n.os A & 4: la plus grande différence a été quatre fois de 20′ pour ces deux dernières Aiguilles, & elle n'a été qu'une fois de 12′ pour les n.os 4 & 6: le n.° 4 a prévalu sur le n.° A les 12 premiers jours d'Avril; les 28, 29, 30 du même mois; le 2 de Mai, & le 30 de Juin: le n.° A a prévalu tout le reste du temps, & par conséquent du 2 de Mai jusqu'au 29 de Juin, sans interruption, & cela souvent de 19 ou 20′ pour le *maximum*, & de 16, 15, 14 & 13′ pour le *minimum*: au contraire, le n.° 6 n'a jamais prévalu, 10 jours de suite, sur le n.° 4, & réciproquement: en Mai & Juin, le *maximum* de la différence n'a été, en tout, que 4 fois de 8, de 7, de 6 minutes: l'accord est donc constamment plus grand entre les nouvelles Aiguilles, qu'entre les anciennes.

L'Aiguille n.° 6 a prévalu tout le mois de Janvier, excepté les 3, 4, 5, 6, 7 & une partie du 8. La plus grande différence a été de 10′. Le n.° A a prévalu sur le n.° 4, & la plus grande différence a été de 29′ le 21, jour d'Aurore boréale: ce jour, la plus grande différence entre n.° 4 & n.° 6 a été de 7′, & entre n.° 6 & A de 22′.

Le n.° 6 a prévalu jusqu'au 11 de Février, jour d'Aurore boréale: alors n.° 4 a commencé à prévaloir: la plus grande différence a été de 12′, n.° A a toujours prévalu sur n.° 4, & la plus grande différence a été de 28′, le 24 & 25: ces mêmes jours la différence entre n.° A & n.° 6 a été de 31 & 32′.

En Mars le n.° 4 a prévalu jusqu'au 4. Le n.° 6 du 4 au 7. Le n.° 4 du 8 au 12: ensuite le n.° 6 du 12 au 19 (excepté le 15.) Le n.° 4 du 19 au 28, jour d'agitation irrégulière: après quoi, le n.° 6 a commencé à prévaloir de nouveau. Les Aiguilles ont plus d'une fois indiqué le même point, en seize jours différens, c'est-à-dire, que le *minimum* de la différence a été *zero* pour seize jours. La plus grande différence n'a été que de 10′ jusqu'au 28: alors pendant le mouvement irrégulier dont il a

été parlé ci-dessus (§. 166), elle a été un moment de 22′; mais ensuite elle a encore été nulle dans la même soirée, &, les jours suivans, n.° 6 a prévalu.

La prépondérance du n.° 4 sur le n.° A a été beaucoup plus constante : la plus grande différence a été le 28 de 27′ & ce jour-là excepté, elle a été plus d'une fois de 23, de 19, de 18′.

On voit donc encore qu'il y a beaucoup plus d'accord, & beaucoup moins d'inégalité entre les n.os 4 & 6 qu'entre les n.os A & 6 ou A & 4, que j'ai supposé dans cette comparaison avoir aussi indiqué le même point le 15 de Décembre.

§. 178. Dernière comparaison.

§. 178. Pour compléter ceci encore davantage, j'ajouterai la différence qu'il y a entre les *maxima* les *minima* des déclinaisons : les variations menstruelles, & les déclinaisons moyennes, pour les trois Aiguilles. Je les supposerai réduites à l'unisson pour le 15 de Décembre 1775, & je prendrai n.° 4 pour terme de comparaison, c'est-à-dire, je supposerai son *maximum*, son *minimum* égal à l'unité. Le signe + indiquera donc excès : le signe — défaut.

Janvier 1776.				
Numér.	*Max.*	*Min.*	Differ.	Moy.
A & IV.	+ 14	+ 27	− 13	+ 20
VI & IV.	+ 3	+ 2	+ 1	+ 1 ½
VI & A.	+ 11	+ 25	− 14	+ 16 ½
Février.				
A & IV.	+ 22	+ 14	+ 8	+ 18 ½
VI & IV.	− 1	− 2	+ 3	− 1
VI & A.	23	+ 18	+ 5	17 ¼
Mars.				
A & IV.	− 26	+ 3	− 29	+ 1
VI & IV.	− 7		− 7	− 1
VI & A.	− 19	+ 3	− 22	2

Voici ce qui a eu lieu pendant le ſecond trimeſtre.

Numér.	*Max.*	*Min.*	Diff.	M.	*Max.*	*Min.*	Diff.	M.	*Max.*	*Min.*	Diff.	M.
A & IV.	− 8	5	− 13	3	12	13	1	11 $\frac{1}{2}$	15	3	12	12 $\frac{3}{5}$
VI & IV.	+ 4	− 3	7	1	1	1		$\frac{1}{2}$	3	− 1	4	$\frac{3}{4}$
IV & A.	12	− 2	14	2	− 11	− 12	− 1	11	− 12	4	8	11

Tout ce que j'ai obſervé m'engage donc à prononcer en faveur des nouvelles Aiguilles.

A cet égard donc encore les deux nouvelles Aiguilles s'accordent le mieux, ſur-tout pour les déclinaiſons moyennes. Me trompé-je donc, ſi même à *poſteriori*, & indépendamment de ce qui a été démontré dans la première partie de cet ouvrage, je leur donne la préférence, au moins *pour le préſent.* Je dis *pour le préſent :* car je ne veux pas anticiper ſur ce que des obſervations ultérieures pourront m'apprendre : je me propoſe de les continuer auſſi long-tems que les circonſtances où je me trouve pourront me le permettre.

CHAPITRE VIII.

Comparaison des Mouvemens périodiques, que les Aiguilles ont en même-temps en différens endroits, même peu éloignés.

§. 179. Considérations préliminaires.

§. 179. Après avoir vu, dans le Chapitre précédent, que deux Aiguilles ont des variations différentes, non-seulement dans la même ville, mais dans le même jardin, dans le même appartement, en un mot, dans un petit espace, on s'attendra avec raison à voir des différences encore plus grandes entre des Aiguilles placées dans des Villes & dans des Provinces différentes. Il y a plus : c'est qu'on jugera peut-être au premier abord, qu'on ne sauroit déterminer si ces différences sont dûes au local de l'endroit où elles sont placées, ou si elles auroient été les mêmes en cas que les Aiguilles eussent été placées dans le même endroit, &, pour ainsi dire, l'une à côté de l'autre. C'est un point qu'il s'agit de discuter.

J'observerai d'abord que comme on n'a pas d'Aiguilles parfaitement comparables, c'est-à-dire, qui ont toujours en mêmetems le même mouvement, & qui indiquent toujours en mêmetems la même déclinaison, on ne sauroit répondre directement à cette question, & avec la même certitude qu'on sait, par exemple, qu'il fait plus chaud de deux degrés dans un endroit que dans un autre, parce que le thermomètre s'y soutient à une hauteur plus grande de deux degrés. Il faut donc employer ici des moyens différens, qui, quoiqu'indirects ne laissent cependant pas d'être sûrs.

§. 180. Comment on doit faire cette comparaison.

§. 180. On a vu, ci-dessus, que quoique le mouvement de deux Aiguilles soit souvent inégal, que cependant 1.° le genre de mouvement est souvent le même : & pour la plus grande partie

partie du tems *non opposé*. 2.° Qu'il arrive très-rarement qu'une des Aiguilles ait le mouvement irrégulier, ou considérable, sans que celui de l'autre le soit aussi. Or, si ces effets sont constans, comme ils le sont, & si, de l'autre côté, le contraire a lieu dans les endroits dont j'ai pu me procurer les observations, on ne sauroit, ce me semble, douter que les mouvemens des Aiguilles ne soient réellement très-différens, dans des endroits même peu éloignés, quoiqu'on ne puisse pas juger exactement de combien est cette différence. Je passe aux preuves de la seconde comparaison.

§. 181. On a fait à Leiden, aux mois de Juillet & d'Août, des observations pendant quarante-un jours, & le mouvement de l'Aiguille y a été fort réglé. J'ai comparé ces observations à celles qu'on a faites chez moi dans le même tems; mais les genres de mouvemens y ont été très-rarement les mêmes, & les mêmes sortes de mouvemens n'y ont pas lieu également fréquemment. La Table présente cette comparaison en abrégé : la première partie avec l'ancienne Aiguille : la seconde avec le n.° 4, & comme l'Aiguille dont on se sert à Leiden est le n.° 3, exactement semblable au n.° 4, je préférerois la seconde Table. Le nombre de chaque case indique combien de fois le mouvement marqué dans cette ligne horizontale a eu lieu pendant qu'on a observé chez moi le mouvement marqué dans la ligne perpendiculaire. La diagonale passe par les cases qui indiquent que les mouvemens ont été les mêmes dans les deux endroits. J'ai marqué leur somme à l'extrémité de la diagonale : on voit qu'elle n'est que la $\frac{1}{5}$ partie, ou à-peu-près, du total dans la première Table, & les $\frac{5}{12}$ pour la seconde. On voit de plus par la seconde Table qu'il n'y a que les mouvemens n.° 4 & n.° 7, qui aient été également fréquens. Il y a donc une très-grande différence dans les sortes de mouvemens qui ont eu lieu en même-tems. Au reste, la grandeur des variations diurnes a été assez semblable dans les deux endroits, & les jours où la variation a été plus grande & plus petite, ont été assez généralement les mêmes. Voici un extrait pour le mois d'Août.

§. 181. Comparaison entre Leiden & Franeker.

Variation diurne.	A Franeker.	A Leiden.
Maximum	29	20
Minimum	4	4½
Moyen	14·2	11·65

Variation horaire	A Franeker..	A Leiden.
Maximum	15	12½
Minimum	3	3
Moyen	1·21	0·89

Différence des Déclin. pour le mois.			Le *Maximum.*	Le *Minimum.*
A Franeker..	6	A Franek..	Le 13	Le 27
A Leiden, ..	25	A Leiden.....	27	20

§. 182. Comparaison de La Haye & de Franeker.

§. 182. En 1775, on a fait à La Haye des observations pendant 127 jours. On en voit la comparaison, quant aux sortes de mouvement, dans la Table 50 : & cela pour les deux Aiguilles dont je me suis servi. On voit que le nombre de jours auxquels les mouvemens ont été les mêmes n'a été que d'un cinquième ou sixième du total, ce qui est beaucoup moins que ce que fournit la comparaison de Leiden. On voit de plus qu'il y a une beaucoup plus grande différence entre les nombres de fois que chaque sorte de mouvement a eu lieu. Les variations ont été comme il suit.

1775.	Variation diurne.			Variation horaire.			Différences entre les Déclin. pour les mois.		Dates.		
		Fran.	La Haye.		Fran.	La Haye.	Fr.	La Haye.		Fr.	La Haye.
Sept.	*Max..*	25	28	*Max..*	24	9	32	24	*Max..*	15	21
	Min..	2	2	*Min..*	1	1			*Min..*	17	26
	Moy..	8.58	5.85	Moy..	0.62	0.51					
Oct.	*Max..*	26	30	*Max..*	20	24	38	49	*Max..*	23	23
	Min..	2	4	*Min* .	1	1			*Min..*	11	22
	Moy..	9.66	14.3	Moy..	0.64	0.86					
Nov.	*Max..*	20	30	*Max..*	15	20	24	40	*Max..*	23	14
	Min..	3	2	*Min..*	2	1			*Min..*	8	8
	Moy..	8.93	11.4	Moy..	0.72	0.69					
Déc.	*Max..*	9	22	*Max..*	7.5	19	18	24	*Max..*	22	22
	Min..		1.5	*Min..*		1			*Min..*	4	5
	Moy..	5.77	10	Moy..	0.37	0.66					

On voit que ces différences ſont très-grandes ſur-tout en Décembre & Novembre.

On ſentira encore mieux cette différence, ſi j'ajoute ici la variation qu'il y a eu pendant quelques jours.

1775.	Octobre.				Novemb.			Déc.	
Dates	1	11	13	23	8	24	30	7	31
A Franek..	2	26	5	10	17	10	12	3	1 $\frac{1}{2}$
A La Haye.	11	39	19	29	26	22 $\frac{1}{2}$	2	20	16

Différences qui ſont très-remarquables.

§. 183. Mais, quelques grandes que ſoient ces différences, elles ne ſont pas comparables à celles qui ont lieu entre les obſervations de Sparendam, & celles que j'ai faites ici. Cette comparaiſon eſt d'autant plus intéreſſante, qu'elle roule ſur deux ans entiers, ou plutôt ſur 23 mois : car je n'ai guères pu tirer de parti du mois de Janvier 1774, parce que le nombre d'obſervations y eſt trop peu conſidérable. J'ai auſſi réduit le nombre des obſervations de chaque Trimeſtre à 300, & celui des deux mois Février & Mars 1774, auſſi à 300, afin de réduire tout à l'uniſſon. Au reſte, il m'a paru ſuffiſant de faire cette comparaiſon pour les Trimeſtres. §. 183. Comparaiſon entre Sparendam & Franek.

L'inſpection des Tables 51 & 52, ſuffit pour faire voir combien les différences ſont grandes : le nombre des jours auxquels les mêmes ſortes de mouvemens ont eu lieu, ne monte qu'à une dixième partie du total en 1774, & qu'à un huitième en 1775, au lieu qu'à Leiden il a été à-peu-près la moitié, & à La Haye la 5.^{e} ou 6.^{e} partie. On voit auſſi que les différens mouvemens ont eu lieu dans des proportions très-différentes & que le mouvement E. O., qu'on n'obſerve pas chez moi, a été à Sparendam le plus fréquent en 1774, & en 1775 preſqu'auſſi fréquent que le mouvement régulier. Ces Tables confirment auſſi ce que nous avons dit ci-deſſus, (§. 33,) que le mouvement paroît devenir de plus en plus régulier à Sparendam.

§. 184. Conséquences. §. 184. On voit donc que les mouvemens de l'Aiguille diffèrent beaucoup à *Sparendam* de ce qu'ils ont été à La Haye, à Leiden, & ici dans le même-tems : cette différence consiste, 1.° En ce que les mêmes genres de mouvement coïncident peu. 2.° En ce que ces mêmes genres y ont lieu selon des proportions très-différentes. 3.° En ce que les mouvemens O. E. y sont plus fréquens. 4.° En ce que le mouvement E. O., qu'on n'observe pas à La Haye, à Leiden, & ici, est au contraire celui qui y a lieu le plus souvent, ou du moins est un de ceux qui y sont le plus ordinaire : or, en admettant ce que nous avons dit ci-dessus, (§. 141 *& seq.*) de la façon dont ces mouvemens pourroient être des modifications du mouvement très régulier, ces deux dernières différences pourroient se réduire à celles-ci, que les heures pendant lesquelles on observe les parties E. ou O. du mouvement périodique, sont non-seulement plus variables à Sparendam qu'ailleurs, mais qu'elles le sont tellement, que souvent elles changent entièrement, de façon qu'on observe la partie E. aux mêmes heures auxquelles on observoit l'occidentale, & réciproquement ; ou que la seule orientale ou la seule occidentale dure aussi long-tems que les deux ensemble durent d'autres fois. D'où il résulte que la cause, qui produit ces mouvemens, quand elle seroit la même, quant à l'essentiel, est elle-même sujette à Sparendam, à des modifications dans sa durée, auxquelles elle n'est pas sujette ailleurs.

§. 185. Influence des saisons. §. 185. Nous avons vu ci-dessus §. 125. que les différentes sortes de mouvement de l'Aiguille sont sujettes à l'influence des saisons par rapport à leur fréquence. Cela paroît avoir eu lieu aussi à Sparendam. Le n.° 1 y a été constamment plus fréquent en Hiver : le n.° 8 l'a été en Eté, au lieu qu'à Franeker le n.° 1 ne paroît pas constamment affecté par les saisons. Le n.° 2 & le n.° 4 y ont été tout comme chez moi, plus fréquens en Eté. Le n.° 3 qui chez moi a été plus fréquent en Hiver, l'a aussi été à Sparendam en 1774 ; mais le contraire a eu lieu en 1775. Le n.° 6 y a été plus fréquent en Hiver tout comme chez moi ; mais le n.° 5 ne l'a été qu'en 1774. En 1775, il a été plus

fréquent en Eté au contraire de ce qui a toujours eu lieu chez moi. Il y a donc encore des différences à ces deux égards.

§. 186. Mais ce n'eſt pas ſeulement par rapport aux ſortes de mouvement qu'il y a des différences conſidérables : cela a lieu encore par rapport aux variations mêmes, ſoit qu'on conſidère leur grandeur, ſoit qu'on s'arrête à l'influence des ſaiſons : c'eſt ce qu'il s'agit de prouver. Examinons d'abord la variation diurne.

§. 186. Différences des variations mêmes.

Variations diurnes.

	Maxim.		Minim.	
1774.	Sp.	Fr.	Sp.	Fr.
Janv...	11	18	1	1
Fév. ..	14	20	2	3
Mars ..	52	40	2	2
Avril..	8	40	3	3
Mai...	32	20	3	2
Juin...	170	31	4	3
Juillet.	17	49	4	3
Août..	25	36		2
Sept...	20	46		7
Octob	13	40		3
Nov...	65	40	1	2
Déc...	40	25	2	
I. Tr...	52	40	1	1
II. Tr..	170	40	3	2
III. Tr.	25	49		2
IV. Tr..	65	40		
I. IV. .	65	40		
II. III..	170	49		
I. Sem..	170	40		1
II.Sem.	65	49		
Année.	170	49		

	Maxim.		Minim.	
1775.	Sp.	Fr.	Sp.	Fr.
Janv...	48	27	1	1
Fév. ..	91	19	1	2
Mars..	40	35	3	3
Avril. .	28	47	2	3
Mai...	22	33	2	2
Juin...	75	20		5
Juillet.	77	24	1	4
Août..	26	40	2	2
Sept...	17	41	4	4
Octob.	78	38	4	5
Nov...	65	43		3
Déc...	13	10	1	
I. Tr...	91	35	1	1
II. Tr..	75	47		2
III. Tr..	77	41	1	2
IV. Tr..	78	43		
I. IV...	91	43		
II. III..	77	47		2
I. Sem.	91	47		1
II Sem	78	43		
Année.	91	47		

Variations diurnes moyennes.

	1774.		1775.	
	Sp.	Fr.	Spar.	Fr.
Janv...	5	4.6	15.1	3.8
Fév. ..	6.9	6.8	16.5	8.6
Mars..	11	10.7	15.1	10.1
Avril..	5.4	12	7.7	11.4
Mai...	7.4	10	7.5	10.3
Juin...	32	12.5	9.2	10.7
Juillet.	10.8	13.1	10.2	11.1
Août..	9	13.5	7.9	15.4
Sept...	5.9	10.5	9.8	12.2
Oct....	2.6	10.6	21	13.9
Nov...	12.3	7.8	14.2	8.9
Déc...	13	8.1	5	3.7
I. Tr...	9.3	7.2	15.6	7.5
II. Tr..	13.9	11.4	8.1	10.8
III. Tr.	8.6	12.6	9.3	12.9
IV. Tr.	9.3	8.9	1.34	8.8
I. IV...	9.3	8.1	14.5	8.2
II. III.	11.2	11	8.7	11.8
I. Sem.	11.6	9.4	11.9	9.2
II.Sem.	8.9	10.8	11.3	10.9
Année.	10.2	10.5	11.6	10

Variations horaires.				
	1774.		1775.	
	Maximum.		*Maximum.*	
	Spar.	Fran.	Spar.	Fran.
Janvier..		13	41	20
Février..	4	10	81	8
Mars....	50	27	37	35
Avril....	4	32	10	30
Mai.....	15	10	18	25
Juin.....	80	17	61	14
Juillet...	5	28	27	14.5
Août....	12	22	19	34
Septemb.	15	35	12	24
Octobre.	2	11	76	21
Novemb.	48	35	33	12
Décemb.	30	19	11	6
I. Trim...	50	27	81	35
II. Trim..	86	32	61	30
III. Trim.	15	35	27	34
IV. Trim.	48	35	76	21
I. IV. Tr..	48	35	81	35
II. III. Tr.	86	35	61	34
I. Sem...	86	35	81	35
II. Sem..	15	35	76	34
Année...	86	35	81	35

§. 187. Exemples des variations mêmes.

§. 187. Ces Tables font évidemment voir quelles énormes différences il y a dans les mêmes mois ; elles sont les plus considérables pour les *maxima* de la variation diurne, en Avril, Juin, Juillet, Octobre, Novembre 1774 : le terme moyen n'a été si grand en Juin 1774, à Sparendam, que parce qu'il y a eu, deux jours consécutifs, des variations de 160 & 170′, & encore d'autres de plus de 60′ : si on ôte les deux premiers, le terme moyen seroit de 22′, &, si on les ôte tous, de 13′.

La Table suivante, où j'ai marqué, pour quelques jours, les variations diurnes, & les sortes de mouvement de l'Aiguille, ajoutera encore un nouveau degré de force aux preuves que nous avons déjà données.

1774.

J. du m.	Spar.	Fran.	J. du m.	Spar.	Fran.	J. du m.	Spar.	Fran.	J. du m.	Spar.	Fran.
Mars.			Juin.			Le 15	5, VIII.	42, II.	Le 19		21, II.
Le 7	7, II.	20, I.	Le 1	64, I.	3, II.	Août.			Nov.		
14	15, V.	33, VII.	4	45, V.	4, I.	Le 9	21, II.	8, III.	Le 3		26, VII.
22	6, V.	35, VII.	6	155, VIII.	9, II.	10	21, VIII.	12, I.	12	5, V.	40, VII.
24	50, VIII.	15, VII.	7	170, V.	12, I.	Sept.			18	51, II.	21, VII.
25	51, II.	29, I.	8	63, VI.	12, VI.	Le 2	20, II.	8, VI.	19	65, I.	11, II.
Avril.			9	40, V.	30, I.	18		36, VIII.	22	23, I.	5, II.
Le 19	5, III.	28, IV.	10	47, VIII.	19, II.	19	3, VI.	28, VII.	29	48, VI.	9, I.
23	4, III.	40, VII.	11	41, VIII.	10, III.	20	20, I.	46, VII.	Déc.		
Mai.			24	40	31, III.	23		25, IV.	Le 3	22, VIII.	25, VII.
Le 26	22, VIII.	6, I.	Juillet.			24	3, I.	32, VII.	15	22, III.	$11\frac{1}{2}$, II.
28	22, III.	20, III.	Le 7	5, II.	25, IV.	28	6, I.	23, VII.	17	4, V.	19, II.
31	32, II.	18, I.	12	14, VIII.	19, II.	Octob.			20	15, I.	
			13	15, I.	10, III.	Le 8	2, VI.	30, II.	21	40, I.	7, I.

1775.

J. du m.	Spar.	Fran.	J. du m.	Spar.	Fran.	J. du m.	Spar.	Fran.	J. du m.	Spar.	Fran.
Janv.			Le 6	28, V.	6, III.	Le 20	20, V.	35, VII.	Mai.		
Le 6	42, I.	3, II.	17	91, II.	6, I.	21	3, I.	17, VII.	Le 2	14, VIII.	28, VII.
7	23, VI.	5, II.	20	39, VIII.	3, I.	27	27, I.	37, VII.	12	10, V.	30, VII.
13	48, VIII.	5, V.	21	35, I.	4, I.	28	20, VII.	30, VII.	15	8, I.	33, I.
14	40, I.	4, I.	Mars.			29	40, I.	16, VII.	26	22, V.	24, IV.
20	17, V.	20, VII.	Le 4	24, VIII.	9, II.	31	38, I.	8, II.	Juin.		
23	I	15, VII.	5	28, I.	13, I.	Avril.			Le 17	75, VIII.	13, II.
26	41, VII.	2, II.	7	22, VIII.	14, IV.	Le 9	28, VI.	6, I.	27	9, I.	20, I.
30	24, VIII.	27, VII.	8	24, VIII.	12, I.	15	11, II.	47, VII.			
Fév.			18	16, I.	28, VII.	17	6, III.	15, VII.			
Le 2	24, VIII.	10, II.	19	2, I.	27, VII.	20	4, VI.	24, VII.			

J. du m.	Spar.	Fran.	La H.	J. du m.	Spar.	Fran.	La H.	J. du m.	Spar.	Fran.	La H.
Le 14	77, I.	$6\frac{1}{2}$, IV.	11, IV.	Le 11	51, VI.	38, VII.	39, VII.	Le 8	30, II.	6, I.	26, II.
Août.			Leiden.	12	50, II.	15, III.	19, II.	9		8, III.	20, III.
Le 20	14, VIII.	40, VII.	20, IV.	13	23, III.	6, III.	13, III.	10	38, III.	4, IV.	10, VII.
23	16, I.	25	9, III.	17	37, V.	21, III.	25, II.	12	23, VIII.	6, I.	3, VII.
28	5, II.	$27\frac{1}{2}$, VII.		18	37, VIII.	6, IV.	6, III.	23	13, II.	43, VII.	20, III.
Sept.			La H.	21	30, I.	15, III.	20, I.	Déc.			
Le 17	8, VII.	39, VII.	28, VII.	23	7, I.	34, III.	30, III.	Le 2	12, II.		2, VI.
18	8, V.	5, I.	29, VII.	24	46, III.	16, III.	20, VI.	7	13, V.	2, VI.	20, II.
22	9, I.	41, VII.	17	25	24, IV.	16, III.	$25\frac{1}{2}$, III.	8	6, III.		19, III.
23	14, III.	26, VII.	$3\frac{1}{2}$	29	25, V.	5, IV.	18, VII.	15	1, VI.	6, IV.	22, IV.
27	4, VI.	$21\frac{1}{2}$, VII.	8, III.	Nov.				15	1, V.	3, IV.	12, IV.
Octob.				Le 1	65, III.	5, II.	$8\frac{1}{2}$, VII.				
Le 10	78, II.	15, VI.	40, IV.	2	27, V.	10, I.	$7\frac{1}{2}$, V.				

§. 188. Corollaires. §. 188. Le résultat de ces 116 jours, qui sont les plus notables, fait voir que les grandeurs des variations sont prodigieusement différentes dans les trois endroits où l'on a fait des observations suivies. On voit de plus que les très-grandes variations sont beaucoup plus fréquentes à *Sparendam* que dans les deux autres Villes, &, ce qui est encore très-notable, que l'Aiguille a le plus souvent un mouvement régulier les jours que ces variations sont très-grandes, au contraire de ce qui a lieu chez moi. Ces variations sont donc très-différentes; &, comme elles ne le sont pas constamment dans un sens ou dans un autre, mais tantôt en excès, tantôt en défaut, & que les mouvemens sont souvent réguliers, les jours mêmes où ces différences ont lieu, il est clair d'un côté que la cause qui produit ces différences, n'est pas permanente, & de l'autre que, quoiqu'elle ne soit pas cosmique, elle n'est pas irrégulière, mais appartient plutôt à celles qui produisent réellement les mouvemens périodiques. D'où l'on seroit tenté de conclure, que ces causes mêmes sont prodigieusement affectées par le *local* : par où j'entends non-seulement tout ce qui pourroit être propre au lieu où les Aiguilles sont placées; mais encore tout ce qui peut arriver aux Aiguilles mêmes.

§. 189. Influence des saisons à Sparendam. §. 189. Nous avons vu ci-dessus (§. 132), qu'il suit de cinq années d'observations que les variations sont plus grandes en Eté qu'en Hiver : nous avons donné une Table dans laquelle on voit l'ordre des mois. Mais il s'en faut de beaucoup qu'on ait la même régularité à Sparendam. Il y a des différences essentielles à cet égard : les plus grandes variations ont souvent lieu en Hiver. Voici l'ordre des mois.

1774.	1775.	1774.	1775.
1 Juin.	1 Octobre.	7 Mai.	7 Septembre.
2 Décembre.	2 Février.	8 Février.	8 Juin.
3 Novembre.	3 Janvier.	9 Septembre.	9 Août.
4 Mars.	4 Mars.	10 Avril.	10 Avril.
5 Juillet.	5 Novembre.	11 Janvier.	11 Mai.
6 Août.	6 Juillet.	12 Octobre.	12 Décembre.

Où

Où l'on voit que l'ordre n'est rien moins que réglé. Ainsi, les différences, qui ont lieu entre ces deux années, sont des plus grandes. J'ajouterai ici les conséquences générales qu'on a déduites des observations de Sparendam.

Le mouvement a été assez grand en Janvier & Février 1775; mais très-petit en 1774.

En Mars 1775, la plus grande variation diurne a été plus petite qu'en 1774; mais la moyenne a été plus grande.

En Avril 1775, le *maximum* a été plus de trois fois plus grand qu'en 1774; mais le terme moyen n'a été que la moitié plus grand.

En Mai, les nombres moyens ont été égaux.

En Juin des deux années les mouvemens ont été très-grands, mais plus en 1774 qu'en 1775.

En Juillet, les nombres moyens ont été à-peu-près égaux; mais le *maximum* a été plus de quatre fois plus grand en 1775 qu'en 1774.

En Août, égalité.

En Septembre, les nombres moyens ont été plus grands en 1775 qu'en 1774.

En Octobre, le mouvement a été fort petit en 1764, & fort grand en 1775.

En Novembre, à-peu-près égalité.

En Décembre 1774, le mouvement a été très-grand: au contraire il a été très-petit en 1775.

§. 190. Concluons de tout ce qui a été discuté dans ce Chapitre, que les variations périodiques sont très-différentes en différens endroits même très-voisins: & qu'ainsi les causes de ces variations sont ou locales ou du moins puissamment modifiées par le local, pris dans le sens que nous avons indiqué, §. 188. §. 190. Conclusion.

CHAPITRE IX.

Réflexions sur les causes du Mouvement horaire diurne.

§. 191. Systême de M. *de Mairan.*

§. 191. MM. DE MAIRAN & CANTON sont les seuls, que je sache, qui aient donné quelques conjectures sur les causes des phénomènes de la variation diurne périodique.

M. *de Mairan* (*i*) demande si ces variations diurnes réglées ont toujours subsisté de la même quantité dans les pays septentrionaux, si elles ont eu lieu dans les méridionaux, ou si au contraire elles n'ont pas été & ne sont pas toujours plus grandes dans la zone torride que par-tout ailleurs : immédiatement après avoir fait ces questions, M. *de Mairan* ajoute un essai de conjectures en disant de ces variations : « Car on ne sauroit les » attribuer alors, & dans le cas de cessation de l'Aurore boréale » qu'aux émanations insensibles de l'Athmosphère solaire, trop » foibles & trop rares pour la production de ce phénomène, » mais assez fortes pour les variations diurnes de l'Aiguille. »

Il n'est guères possible de répondre directement aux questions de l'illustre Académicien, faute d'avoir des observations suffisantes. Tout ce qu'on peut dire par analogie, c'est que si le cas proposé dans les demandes a lieu, les variations devroient être moindres dans les pays septentrionaux que dans les méridionaux, & qu'elles seroient d'autant plus grandes qu'on approcheroit plus de l'Equateur. Mais nous avons vu ci-dessus, que les endroits où la variation périodique a lieu, ou bien, où elle est plus ou moins grande & régulière, ne suivent pas les proportions de la latitude. De plus les variations de l'aimant paroissent, en général, plus grandes dans les pays septentrio-

(*i*) Traité de l'Aurore Boréale, *Eclairciss. XVIII*, p. 45.

naux, & j'ai déjà dit que j'ai ſouvent vu des variations diurnes plus grandes que ne le ſont celles que le P. *Cotte* a vu dans une année entière à Montmorenci avant 1775. Mais, toutes les demandes de M. *de Mairan* étant accordées, il s'enſuivroit de l'explication même, que plus les émanations de l'Athmoſphère ſolaire ſont fortes, & plus les variations de l'Aiguille devroient être grandes. Or ces émanations ne ſont jamais plus fortes ſelon M. *de Mairan* que lorſque l'Aur. bor. paroît, & l'on ſait, par les recherches de cet illuſtre Auteur, que ce phénomène paroît beaucoup plus fréquemment en Hiver qu'en Été (*k*). Les variations de l'Aiguille devroient donc être plus conſidérables dans la première ſaiſon que dans la dernière; mais nous avons vu ci-deſſus (§. 126 *ſeq.*) que ces variations ſont plus grandes en Été qu'en Hiver, au moins dans les endroits où elles ſont régulières. J'ajouterai encore que, ſelon la même explication, des émanations inſenſibles produiroient des variations régulières d'autant plus ſenſibles qu'elles ſont plus fortes, & que ce mouvement deviendroit irrégulier par des émanations plus fortes encore. On ne ſauroit cependant rien dire de poſitif ſur tout ceci, juſqu'à ce qu'on ait un plus grand nombre d'obſervations, faites dans des pays voiſins de l'Équateur. Enfin on ne conçoit guères comment, dans ce ſyſtême, les variations périodiques pourroient être régulières vers l'E. & vers l'O., comment, ſi cela peut avoir lieu, elles n'ont pas lieu par-tout, ni enfin comment elles peuvent être ſi différentes en des endroits peu éloignés l'un de l'autre. Au reſte, M. *de Mairan* n'a donné cette explication que ſous le titre modeſte de *doutes*, qu'il ne voudroit pas employer le moins du monde à bâtir un ſyſtême.

§. 192. Le ſyſtême de M. *Canton* paroît, au moins au pre- §. 192. Syſtême de M. *Canton*.

(*k*) Cela a même eu lieu pour 1771, 1772, 1773, 1774, 1775. Quoique je n'aie pas encore connoiſſance des Aurores boréales vues à Pétersbourg & à Berlin, en 1774 & 1775, je ſais qu'on en a vu, dans ces cinq années, 276, dont j'en ai obſervé moi-même 120: or il y en a 170 pour les deux trimeſtres d'hiver, & 106 pour ceux d'été; ce qui fait la proportion comme 9 à 5,61; un peu différente de celle de M. *de Mairan*.

mier abord, très-ſimple & très-ſatisfaiſant. Voici à quoi il ſe réduit pour les variations régulières (*l*).

Une Aiguille, retenue dans une certaine ſituation, par deux aimans, ſe meut vers le ſecond quand le premier s'échauffe, & revient vers celui-ci lorſqu'il ſe refroidit : c'eſt ce qui eſt prouvé par les expériences dont nous avons fait mention dans le §. 281 de la première Partie. Or une Aiguille aimantée eſt retenue dans ſa direction par l'action des parties orientale & occidentale, du moyen magnétique terreſtre. Donc ſi la partie orientale s'échauffe plus que l'occidentale, l'Aiguille doit ſe mouvoir vers l'Oueſt ; & au contraire elle retournera à l'Eſt, dès que la partie orientale ſe refroidira, & que l'occidentale s'échauffera. Mais le ſoleil levant échauffe de plus en plus juſqu'à midi la partie orienale de la Terre : enſuite l'occidentale s'échauffe & l'orientale ſe refroidit le ſoir. Par conſéquent l'Aiguille doit ſe mouvoir vers l'Oueſt le matin, & s'en retourner le ſoir vers l'Oueſt.

Pour ce qui eſt des variations irrégulières M. *Canton* les explique par une chaleur ſouterraine produite en différens temps, ſans régularité, & qui affecte la force attractrice des parties magnétiques de la Terre, ſur l'extrémité boréale de l'Aiguille. Pour prouver cette chaleur, il rapporte quelques-uns de ſes effets ſur la fonte des neiges, & le *réchauffement* de l'air proche de la ſurface de la Terre, tandis que l'air ſupérieur reſte dans le même degré de température.

Enfin M. *Canton* explique les irrégularités de l'Aiguille à l'approche de l'Aurore boréale par l'électricité de l'air ; car il regarde ce météore comme un phénomène électrique.

Quelqu'ingénieux que ſoit ce ſyſtème, il me paroît ſujet à un très-grand nombre de difficultés, & ne pouvoir pas ſatisfaire à tous les phénomènes : c'eſt ce que je vais tâcher de prouver.

(*l*) *Phil. Tranſ.* Vol. LI, *p.* 401.

§. 193. 1.° En ſuppoſant avec M. *Canton* que l'action de la chaleur ſur les parties orientale & occidentale magnétiques de la Terre, ſoit la cauſe de l'effet en queſtion, il en doit réſulter que les différens mouvemens diurnes de l'Aiguille doivent être d'autant plus grands que ces différences de chaleur ſeront plus grandes; car c'eſt uniquement par l'excès de chaleur de la partie orientale ſur l'occidentale que l'Aiguille ſe meut : mais cet excès eſt indiqué par les variations du Thermomètre. Il faut donc que l'ordre des mois pour les variations magnétiques, réponde à l'ordre des mois pour les variations thermométriques. Ce dernier ordre eſt indiqué dans mes Tables par des chiffres mis à droite de l'ordre des mois (§. 54.) Or il eſt viſible que ces deux ordres, celui de la grandeur des variations magnétiques, & celui de la grandeur des variations thermométriques ſont très-différens. Ils le ſont même pour les trimeſtres : cette difficulté eſt très-conſidérable, puiſqu'elle eſt fondée ſur des faits. §. 193. Examen de ce ſyſtême.

§. 194. J'admets le magnétiſme de la Terre comme un fait prouvé par nombre d'obſervations très-certaines; mais il ne me paroît pas moins certain que ce magnétiſme n'appartient pas aux différentes parties dont la Terre eſt compoſée, aux pierres, aux ſables, à l'or, &c. Il faut donc que l'on admette un noyau magnétique, ou que l'on attribue ce magnétiſme aux différentes mines de fer ou d'aimant qui ſe trouvent dans la Terre. Quelque parti que l'on prenne, l'effet en queſtion ne ſauroit avoir lieu que la chaleur du ſoleil ne pénètre juſqu'au noyau, ou juſqu'aux mines, qui ſont l'un & l'autre ſitués à une très-grande profondeur. Mais, outre que cette communication ne pourroit ſe faire que lentement, à cauſe des obſtacles qu'on ſait qu'elle rencontre, il eſt connu qu'il n'y a pas de variations ſenſibles de chaleur dans des ſouterrains, des cavernes, des caves profondes. Comment donc pourroit-il y en avoir une très-prompte, très-régulière, très-périodique, à une profondeur plus grande encore, & cela de façon que le période ne ſoit que de quelques heures. Or il faut, ſelon la ſuppoſition de M. *Canton*, que §. 194. Seconde objection.

cette variation affecte l'aimant même : & l'on sait en effet que quand même l'espace qu'il y a entre l'aimant & l'Aiguille est occupé par le feu, la vertu de l'aimant se transmet néanmoins sans le moindre changement. Cette difficulté ne me paroît pas moins forte que la précédente.

§. 195. Troisième objection. §. 195. La cause assignée par M. *Canton*, ne me paroît pas pouvoir répondre à tous les phénomènes. En admettant toutes les autres suppositions, en admettant même que toutes les réflexions que nous venons de faire soient entièrement erronées, cette cause pourroit expliquer une variation parfaitement régulière, ou ce qui revient au même le n.° 1 ; mais elle ne sauroit expliquer les autres mouvemens, n.os 2, 3, 4, qui ne sont pas moins réguliers, & qui sont plus fréquens ; car il faudroit pour cela que la chaleur produite dans les parties magnétiques de la Terre par celle du soleil, fût sujette à de pareilles modifications, tandis que le soleil qui se meut de l'E. à l'O. doit nécessairement produire un accroissement & un décroissement uniforme de chaleur. 2.° Si cette cause étoit la véritable, il faudroit que le mouvement périodique diurne eût lieu par-tout, ce qui n'est pas, comme nous l'avons prouvé. Il faudroit enfin que les variations fussent les mêmes dans des endroits très-voisins, ce qui n'est pas ; & il seroit impossible que l'Aiguille se mût jamais régulièrement le matin vers l'E. & le soir vers l'O., mouvement qui a cependant le plus fréquemment lieu à Sparendam.

Voilà les raisons qui m'empêchent d'admettre le système de M. *Canton* pour les variations régulières : & comme l'Académie ne demande que ce qui concerne celles ci, je crois devoir m'abstenir des deux autres points avancés par M. *Canton*, quoique je pusse fournir quelques expériences nouvelles pour les réfuter.

§. 196. Introduction aux idées de l'Auteur. §. 196. Je devrois exposer maintenant quelle cause me paroît produire les phénomènes de la variation diurne que j'ai détaillées si au long, & qu'on peut rappeler à ces cinq chefs

généraux. 1.° Que l'Aiguille eſt ſujette à une variation diurne horaire, qui contient les modifications dont j'ai parlé dans le Chapitre II. 2.° Que ces variations & leurs modifications ſont plus grandes en Été qu'en Hiver. 3.° Que cette variation diurne n'a vraiſemblablement pas lieu par-tout, ou du moins qu'elle a lieu beaucoup plus ſenſiblement dans certains endroits que dans d'autres : & que ces endroits ne paroiſſent pas ſuivre l'ordre des latitudes. 4.° Que ces variations & les différentes ſortes de mouvement ne ſont pas les mêmes dans pluſieurs Aiguilles poſées très-près les unes des autres : enfin 5.° qu'elles ſont très-différentes, même dans les endroits fort voiſins.

J'avoue que j'ai bien de la peine à me ſatisfaire ſur les cauſes qu'on pourroit aſſigner à ces phénomènes ſi conſtans, & ſi irrégulièrement diverſifiés, & que plus j'examine cette matière, & plus elle me paroît hériſſée de difficultés. Je vais cependant eſſayer de préſenter quelques réflexions générales.

§. 197. Les phénomènes en queſtion, ne dépendent pas en entier du magnétiſme de la Terre.

Première conſidération.

§. 197. Un premier article qu'il s'agit de diſcuter, c'eſt, ſi, & juſqu'où cette variation régulière peut être un effet ou une modification du magnétiſme terreſtre. Puiſque la variation horaire diurne n'a pas lieu par-tout, qu'elle n'eſt pas la même pour toutes les Aiguilles, qu'elle eſt très-différente en différens endroits : il me paroît très-difficile d'admettre qu'elle provient de quelque changement du noyau magnétique, ou de quelque balancement dans ſa poſition, à moins qu'on ne voulût prétendre que les effets ſont trop petits en quelques endroits pour pouvoir être apperçus; mais les effets devroient être au moins à-peu-près ſemblables pour des endroits voiſins : & il ne paroît pas que la variation peut être très-grande dans l'un & très-petite dans l'autre, comme cela arrive cependant, puiſque leurs diſtances aux poles du noyau, & leur obliquité par rapport à ſon axe ou à ſes différentes parties, ſont à-peu-près les mêmes. Une autre remarque qui confirme celle-ci, c'eſt qu'en ce cas les variations de déclinaiſon & celles d'inclinaiſon, devroient avoir lieu à-peu-près en même-temps. Mais il ſera

néceſſaire de diſcuter plus en détail quel rapport il peut y avoir entre ces deux phénomènes.

§. 198. Seconde conſidération.

§. 198. La déclinaiſon & l'inclinaiſon de l'Aiguille dépen-pendent originairement du magnétiſme de la Terre, c'eſt ſur quoi il ne ſauroit, ce me ſemble, y avoir de doute. Il n'y en a pas auſſi que cette ſituation des deux Aiguilles dépende des actions des deux poles. Si le pole boréal (j'entends celui celui qui eſt ſitué dans l'hémiſphère boréal de la Terre) vient à augmenter en force, ou à changer de ſituation, de façon qu'il agiſſe plus fortement & plus directement, l'inclinaiſon boréale augmentera. Mais il ne me paroît pas que la décli-naiſon doive augmenter pour cela. Car ſuppoſons que la partie boréale du noyau augmente en force, de façon que ſa partie orientale augmente plus que l'occidentale; ou qu'elle vienne à changer de ſituation, de façon que la partie orientale agiſſe plus fortement que l'occidentale, il eſt clair que l'Aiguille doit s'approcher de l'Orient, c'eſt-à-dire, que la déclinaiſon orientale augmentera & que l'occidentale diminuera, au lieu que l'incli-naiſon augmentera certainement. Ce n'eſt donc pas à la com-paraiſon de l'accroiſſement de la déclinaiſon, & de l'inclinaiſon qu'il faut s'arrêter, mais à leurs changemens quelconques. Il ſuffira par conſéquent de dire, que M. *Muſſchenbroek* a ob-ſervé, comme je l'ai obſervé auſſi, que l'inclinaiſon augmente quelquefois pendant que la déclinaiſon diminue, & récipro-quement.

§. 199. Troiſième conſidération.

§. 199. Mais il paroît, par ce que nous venons de dire, que quand il ſurvient quelque changement à l'inclinaiſon, il en doit ſurvenir auſſi à la déclinaiſon, puiſqu'alors un des poles magné-tiques augmente ou diminue plus que l'autre. Il ne pourroit y avoir qu'une ſeule exception. C'eſt celle où l'action du chan-gement qui ſe feroit dans la partie orientale & occidentale de l'hémiſphère boréal du noyau, ſera égale à l'action du chan-gement qui auroit lieu dans les deux parties de l'hémiſphère auſtral, & ſe feroit en ſens contraire. Mais une compenſation auſſi exacte paroît ne devoir avoir lieu que rarement.

Si

Si donc il n'arrive d'autres changemens à la déclinaiſon que ceux qui arrivent à l'inclinaiſon, leſquels dépendent du magnéniſme de la Terre, il eſt clair que la déclinaiſon doit changer toutes les fois, ou du moins la plupart des fois que l'inclinaiſon change, ſur-tout ſi ces derniers changemens ſont conſidérables. Or voilà ce qui n'a nullement lieu : en voici les preuves.

§. 200. En 1730, l'inclinaiſon changea à Utrecht de 8^{d} 45$'$ du 21 au 26 de Mars, & la déclinaiſon ne changea que d'une minute. La même choſe arriva au mois d'Avril : l'inclinaiſon parvint d'un jour à l'autre du *maximum* au *minimum*, pendant que la déclinaiſon ne changea pas. En Mars 1735, la déclinaiſon changea d'un degré du 5 au 6, & l'inclinaiſon ne ſouffrit aucuns changemens. Je ne parle pas de mois où les changemens d'inclinaiſon ont été plus grands que ceux de déclinaiſon. Je pourrois en alléguer pluſieurs exemples : & M. *Gmelin* a fait là-deſſus en Sibérie les obſervations les plus intéreſſantes (*m*). J'ai fait très-ſouvent les mêmes remarques que M. *Muſſchenbroek* (*n*), & je puis d'autant mieux me fier à mes Obſervations, que mon Aiguille eſt exempte des défauts qu'on pourroit reprocher à celle dont ſe ſervoit ce célèbre Phyſicien. Or on voit, par les chiffres placés à droite de quelques colonnes de mes Tables, que les changemens d'inclinaiſon ne ſuivent pas le même ordre que ceux de déclinaiſon ; il s'en faut beaucoup. De plus, j'ai ſouvent vu l'inclinaiſon changer très-fortement, pendant que la déclinaiſon ne changeoit preſque pas, & l'Aiguille de déclinaiſon changer beaucoup pendant que celle d'inclinaiſon reſtoit ſtationnaire. Un très-petit nombre d'exemples pourra ſuffire.

§. 200. Preuves de ces trois conſidérations.

Du 18 au 26 de Mars 1772, l'inclinaiſon reſta ſtationnaire,

(*m*) *Phil. Tranſ.* n.° 426, *art.* 11.

(*n*) *Novi Comm. Petrop.* Tom. V, *p.* 398.

quoique je l'aie observée tous les matins: pendant ce temps, la déclinaison changea tous les jours de 10 & 22′ : il n'y a eu que le 26 qu'elle changea de 4′ & le 27 de 9′, jour auquel l'inclinaison changea de 22′. Il est vrai que si je prends les changemens de déclinaisons, arrivés de 6 h. du matin à 6 h. du lendemain, ceux-ci ont été moins considérables. Du 8 au 9 Janvier l'inclinaison changea de 41 ½′ la déclinaison ne changea pas d'une minute. Du 2 au 7 d'Octobre la déclinaison changea très-considérablement comme de 16 ou 18′ d'un matin à l'autre, & l'inclinaison resta constante. Enfin, pour ne pas accumuler des exemples nombreux, j'ajouterai seulement que du 20 au 21 de Juillet 1773, l'inclinaison changea de 75′ d'un matin à l'autre, & la déclinaison de 2′ seulement. Il est cependant arrivé quelquefois, comme du 29 au 30 Décembre, que les deux Aiguilles sont restées stationnaires.

§. 201. Conséquences.

§. 201. Il est donc certain que les changemens de déclinaison & ceux d'inclinaison ne se font pas en même-temps, & par conséquent que ces changemens ne dépendent pas tous d'une même cause cosmique générale, du magnétisme de la terre. Or, quand je fais attention au nombre de variations qui arrivent à la déclinaison & qui n'affectent pas l'inclinaison, je ne puis m'empêcher de conclure que ces variations doivent dépendre de quelqu'autre cause que du magnétisme de la terre; & les variations diurnes régulières me paroissent être du nombre.

§. 202. L'inclinaison est-elle sujette à une variation diurne?

§. 202. Mais, dira-t-on, l'Aiguille d'inclinaison n'est-elle pas sujette elle-même à quelque variation diurne? Nous n'avons pas d'observations détaillées là-dessus. On sait seulement par celles que M. *Musschenbroek* a faites en 1728 (o), que l'Aiguille indique souvent différentes déclinaisons à différentes heures du jour. M. *Graham* nous a conservé le détail de celles

(o) *Dissert. de Magnete*, pp. 147, 148.

qu'il a faites en 1723 *(p)*. De dix-huit jours qu'il a fait plus d'une obſervation, il y en a ſix où l'inclinaiſon s'eſt trouvée la même à différentes heures. Des 18 autres il y en a une où l'inclinaiſon s'eſt trouvée plus grande après midi : il y en a 8 où elle a été plus petite quelques heures après midi qu'avant midi, & 4 où cela a eu lieu à 7 ou 8 heures du ſoir. M. *Celſius (q)* a auſſi trouvé à Upſal, en 1743, différentes inclinaiſons à différentes heures du jour. Mais, ce qu'il y a de ſingulier, il a pris ordinairement un milieu entre 32 ou 35 Obſervations, qui toutes différoient entr'elles, & quelquefois de 80′ : & il remarque n'avoir pas obſervé la même choſe à *Jornec*, quoique l'Aiguille dont il ſe ſervoit alors fût plus longue & plus peſante. Mais on ne doit pas perdre de vue que toutes ces Aiguilles étoient imparfaites. L'époque où l'on a commencé à ſavoir ce qui étoit requis pour en conſtruire de parfaites, devoit être celle des ſavantes recherches de l'illuſtre *Daniel Bernoulli* ſur ce ſujet.

Enfin j'ai fait moi-même quelques obſervations pendant vinpt-quatre jours en Janvier & Février 1772. Voici ce que j'ai trouvé.

En Janv. l'incl.	1 fois >,	1 fois <,	1 fois = à 6 h. du mat. juſqu'à 3 h. ap midi.	3
	4 .. >,	5 .. <,	1 .. = à 6 h. du mat. & à midi..........	10
	2 .. >,	4 .. <,	2 .. = à midi, & à 6 h. du ſoir..........	8
	1 .. >,	3 .. <,	3 .. = à 6 h. du ſoir, & à 10 h..........	7
En Fév. l'incl.	1 .. >,	1 .. <,	5 .. = à 9 h. du mat. & à 3 h..........	7
				35

Pendant tous ces temps, les variations étoient très-ſenſibles dans la déclinaiſon.

Les obſervations dont j'ai connoiſſance, ne me portent donc pas à conclure qu'il y ait une variation périodique réglée dans l'inclinaiſon comme dans la déclinaiſon. Nouvelle raiſon

---

(p) *Phil. Tranſ.* n.° 389, *Vol. XXXIII*, p. 338.

(q) Mém. de Suède, *Tome VI*, p. 10.

qui me porte à croire que les changemens de déclinaiſon, & ſingulièrement les variations périodiques diurnes, ne dépendent pas du magnétiſme de la terre.

§. 203. Remarques ſur l'Électricité.

§. 203. Si le magnétiſme de la terre, & les changemens qui peuvent lui arriver, ne ſuffiſent pas pour expliquer la variation diurne réglée de l'Aiguille, il faudra recourir à d'autres cauſes. La première qui ſe préſente à l'eſprit, c'eſt l'Electricité: & cette idée paroît au premier abord très-ſatisfaiſante: car on a vu ci-deſſus que les variations de l'Aiguille ſont plus grandes en Eté qu'en Hiver, & c'eſt en Eté que l'Electricité naturelle de l'air eſt la plus forte: auſſi cette idée paroît-elle adoptée par un de nos meilleurs Obſervateurs en Météorologie, le P. *Cotte* (*r*). On pourroit ajouter à cela que l'Aiguille eſt fortement agitée, au moins en quelques endroits par l'Aurore boréale, que quelques Phyſiciens regardent comme un phénomène électrique. On pourroit ajouter enfin, qu'on connoît des Expériences qui prouvent que l'Aiguille s'agite irrégulièrement, dès que le verre qui couvre la boîte devient électrique, ſoit naturellement, ſoit par art (*ſ*). Expériences que j'ai répétées moi-même plus d'une fois. Je ne ſaurois cependant admettre cette influence: &, pour ne pas entrer dans un trop grand détail, je me contenterai de ces trois réflexions.

§. 204. Elle n'eſt pas la cauſe des phénomènes en queſtion.

§. 204. 1.° Si l'Electricité eſt la cauſe des phénomènes en queſtion, elle devroit auſſi agiter une Aiguille de cuivre très-mobile, car on ſait que celle-ci ſe meut auſſi par la force de l'Electricité. Or j'ai placé à côté de ma Bouſſole une boîte, où il y avoit une Aiguille de cuivre d'une mobilité extrême, & je ne me ſuis jamais apperçu du moindre mouvement dans

---

(*r*) Journal des Savans, 1769, *Mars*, in-4.° (*Mai*, de la réimp. *p. 103*). *Voyez* auſſi les Obſervations de Décembre 1771, Juin 1772, Mai & Juin 1773.

(*ſ*) *Phil. Tranſ.* n.° 480, art. VI, *p. 242*: Mém. de Suède, *Tome XX*, p. 157: *Novi Comm. Petrop.* Tome VIII.

cette Aiguille, tandis que la magnétique alloit ſon train ordinaire. Je ne l'ai jamais vu vaciller dans des temps d'Aurore boréale pendant leſquels l'Aiguille aimantée étoit troublée & parcouroit pluſieurs degrés.

2.° Il faudroit que les variations de l'Aiguille fuſſent d'autant plus grandes que l'Electricité de l'air eſt plus forte; or c'eſt ce qui n'a pas lieu. Un de mes Amis a eu la bonté d'examiner ſouvent l'Electricité de l'air au moyen d'un bon cerf-volant électrique. Il a ſouvent trouvé une Electricité conſidérable, pendant qu'à la même heure l'Aiguille ne ſouffroit preſqu'aucune variation. J'ai tenu une note exacte de ces obſervations dont je ne donne que le réſultat à l'ACADÉMIE. De plus, M. *Bergman* d'Upſal n'a jamais pu tirer de l'air la moindre Electricité pendant des Aurores boréales qui agitoient l'Aiguille puiſſamment.

3.° Enfin on n'explique pas comment l'Electricité dont les effets ſont ſi irréguliers, ſur-tout par rapport au mouvemens qu'elle comunique aux corps mobiles, pourroit produire dans l'Aiguille un mouvement régulier; encore moins comment ce mouvement pourroit ſe faire le matin vers l'O., le ſoir vers l'E., ni d'où naîtroient toutes les variations conſtantes de ces mouvemens.

Toutes ces raiſons, qu'on pourroit mettre dans un plus grand jour, me perſuadent que l'Electricité n'eſt pas la cauſe des variations diurnes réglées.

§. 205. Après avoir examiné les cauſes qui ſe préſentent le plus naturellement à l'eſprit, & avoir montré leur inſuffiſance, je devrois naturellement expoſer quelle eſt la cauſe à laquelle il me paroît qu'on doit attribuer les variations périodiques. Mais j'avoue que je ne puis propoſer là-deſſus que des conjectures. Je ne les donnerai que pour ce qu'elles ſont, & — §. 205. Sentiment de l'Auteur.

(t) *Phil. Tranſ.* Vol. LII.

j'aurai ſoin de marquer juſqu'où elles ſont probables; ce qui leur manque pour être certaines, & ce qu'on peut leur oppoſer.

Récapitulation des faits.

Remarquons d'abord qu'il ſuit de toutes les obſervations que nous avons diſcutées avec ſoin, 1.° Qu'il eſt vraiſemblable que cette cauſe n'eſt pas coſmique, §§. 172, 178, 190. 2.° Que quand elle le ſeroit, elle n'agit pas également dans des endroits très-voiſins, & qu'ainſi elle ne dépend pas d'un changement arrivé à la force ou à la poſition du noyau magnétique, §. 190. Que cependant 3.° ces différences ne doivent pas entièrement être attribuées à des cauſes locales, quoique certainement elles leur ſoient dûes en partie; car les mouvemens des Aiguilles ſont très-différens en différens endroits, & même quelquefois totalement oppoſés en des endroits voiſins (§. 179 *ſeq.*). 4.° Que cette cauſe eſt telle qu'elle agit en même-temps différemment ſur des Aiguilles placées l'une à côté de l'autre, même ſur des Aiguilles parfaitement ſemblables: qu'elle agit le plus ſouvent en même ſens: quelquefois, mais rarement, en ſens contraire: enfin que la grandeur des variations diurnes, & la durée des deux parties du période, ſont preſque toujours différentes; ce qui arrive auſſi ſouvent à la nature du mouvement de chaque Aiguille.

§. 206.

Conſéquences ſur la cauſe.

Elle ne dépend pas d'une attraction.

§. 206. Il ſuit de cette récapitulation, dont tous les chefs ſont des faits très-conſtatés, ou des conſéquences *néceſſaires* de ces faits, ſans qu'il y entre, ce me ſemble, la moindre conjecture, il s'enſuit, dis-je, que la cauſe en queſtion doit être telle, qu'elle puiſſe agir non-ſeulement différemment, & même d'une façon oppoſée en différens endroits à-la-fois, mais même qu'elle puiſſe, dans le même-tems, concilier à différentes Aiguilles, des mouvemens différens en grandeur & quelquefois en nature. Il ſuit encore de-là, que *cette cauſe ne dépend pas entièrement de la conſtitution locale du lieu, mais de quelque choſe qui agit ſur une Aiguille autrement que ſur une autre*. Cette conſéquence n'eſt, ce me ſemble, pas moins néceſſaire que les autres.

Or cette chose est, ou une modification propre à chaque Aiguille, ou une cause quelconque hors d'elle, qui agit différemment dans un espace de quelques pieds.

Si cette cause est extérieure, elle ne paroît pouvoir être qu'une *attraction* proprement ainsi nommée, ou *l'impulsion* d'un fluide. Cette énumération, cette alternative est, ce me semble, parfaitement complète, & les conséquences qu'on en déduit seront certaines.

Si cette cause est une attraction proprement ainsi nommée, il faudroit, 1.° Qu'il y survînt des changemens de force ou de situation dans le corps attirant. 2.° Que ces changemens de force & de situation, s'ils ont lieu, pussent dans le même moment agir différemment sur des Aiguilles très-voisines: ce qui ne se peut qu'au cas qu'un pareil corps soit assez voisin pour que la différence d'obliquité ou de distance pour différentes Aiguilles soit très-sensible. Il faudroit donc prouver qu'il y existe un tel corps, & un corps qui puisse produire des mouvemens aussi réguliers & aussi grands que ceux qu'on observe. Mais je le demande, où le trouvons-nous, dans nos appartemens, ou dans une petite profondeur en terre? Aucun sens, aucun raisonnement analogique nous fait découvrir quelque chose de pareil: au contraire, tout ce que nous connoissons nous engage à en rejeter l'existence: cette cause est donc au-moins très-improbable, pour ne rien dire de plus.

§. 207. Reste donc un fluide. Il faudra donc, ou que ce fluide soit hétérogène, de façon que ses différentes parties attaquent différemment différentes Aiguilles, ce qui n'est pas admissible, ou que son courant, ou plutôt ses courans soient différens dans la même chambre, & cela de façon que la direction de ces courans change à tout moment & à tout moment différemment, & quelquefois d'une façon opposée dans un espace de cinq à six pieds. Il faut donc qu'il y ait dans l'appartement où sont mes Boussoles, trois courans différens, qui changent, à tout moment, différemment de direction.

§. 207. Ce n'est pas un fluide.

Qu'il y en ait eu six dans le jardin où M. *Du Hamel* a observé six Boussoles à-la-fois; en un mot, qu'il y en ait dans un petit espace autant qu'il y aura de Boussoles qui varieront différemment. Or, je le demande, une pareille hypothèse est-elle le moins du monde probable ? Assurément non. Outre qu'on n'a aucun fondement pour l'établir, elle me paroît très-opposée à la nature & aux mouvemens connu des fluides.

§. 208.
Conséquence.

§. 208. En réunissant ce que je viens de dire, on en conclura, *qu'il est au-moins très-improbable que la cause des variations périodiques soit extérieure aux Aiguilles ;* & par conséquent qu'il est très-probable qu'elle est intérieure. Si les réflexions que j'ai proposées dans les deux §§. précédens étoient des démonstrations, cette probabilité seroit une certitude : & j'avouerai qu'elle me paroît n'en pas différer beaucoup. Cependant, pour ne pas être accusé de ne pas réduire mes conjectures à leur juste valeur, je me contenterai de dire qu'il est *très-probable que la cause des variations diurnes régulières est intérieure aux Aiguilles mêmes.* C'est donc ici que commence ce qui est probable ou conjectural dans ce que j'ai à proposer sur ce sujet.

§. 209.
Conjecture sur la cause des variations périodiques.

§. 209. J'ai démontré, (Partie I. §. 48 *seq.*) 1.° Que si des Aiguilles imparfaites étoient sujettes à des changemens de force dans leur Poles, ces Aiguilles seroient, par cela seul, sujettes à des changemens de déclinaison. 2.° Que si des Aiguilles parfaites sont sujettes à de pareils changemens de force, elles seront aussi, par cela même, sujettes à des changemens de déclinaison. J'ai prouvé 3.° Que ces démonstrations sont conformes aux expériences. J'ai fait voir comment on peut produire artificiellement dans les Aiguilles tel ou tel changement de force, de manière qu'il en résultât réellement un mouvement considérable vers l'E. ou vers l'O., à volonté. Ce sont là des faits certains : & il s'ensuit, par une conséquence nécessaire, que *si des Aiguilles sont réellement sujettes à de pareils changemens périodiques de force, elles seront aussi sujettes à un mouvement*

périodique

périodique vers l'Est ou vers l'O. Cette conclusion est sûre : & si l'hypothèse, sous laquelle cette proposition est vraie, étoit démontrée, je serois assuré d'avoir trouvé la cause, ou du moins une des causes qui produit le mouvement périodique qu'il est question d'expliquer. Or cette proposition que je présente comme une cause dont il s'agit de discuter la probabilité, & je ne saurois m'empêcher de dire qu'elle m'a beaucoup frappé depuis qu'elle s'est présentée à mon esprit pour la première fois, le 14 de Mars 1774.

§. 210. Pour que cette hypothèse fût certaine, c'est-à-dire, pour qu'il fût démontré que les Aiguilles sont réellement sujettes à un changement périodique de force, il faudroit pouvoir prouver, par des Expériences exactes, que de pareils changemens ont lieu : qu'ils ont lieu dans le sens requis pour que l'Aiguille se meuve le matin vers l'Ouest, & le soir vers l'Est : mais ces Expériences sont si délicates, & il est si difficile de se satisfaire sur leurs résultats, sur-tout si les changemens de forces sont petits, que je doute qu'on pût beaucoup y compter. Or on a vu ci-dessus (I. Partie, §. 173), qu'il suffit de petits changemens pour produire de grandes différences dans la déclinaison : & si les changemens sont grands, on tombe dans d'autres inconvéniens qui ont été détaillés ci-dessus. (I. Partie, §. 283.)

§. 210. Ce qu'il faudroit pour rendre cette conjecture certaine.

2.° Quand on auroit parfaitement réussi dans ce premier article, cela ne suffiroit pas : il faudroit de plus examiner à chaque heure les Aiguilles mêmes dont on se sert : voir si lorsqu'elles ont changé de direction, elles ont réellement subi un changement de force, & cela dans le sens qu'il devroit être ; en outre encore, si la grandeur de ce changement est telle qu'elle doit l'être pour produire le nombre de minutes qu'on observe dans le changement de déclinaison. Or il faudroit posséder pour cela une méthode pour déterminer de combien ces parties homologues ont changé de force, & on n'en a pas, §. 306. Il faudroit ensuite avoir une théorie assez parfaite pour qu'on pût compter sur les résultats, à une minute ou deux près, & j'avoue que la mienne n'est pas de ce genre. Mais, outre

ces difficultés, il y en a encore d'autres, qui, pour être physiques ou morales, n'en sont que plus insurmontables. 1.° Ces Expériences exigent un temps si considérable, qu'un seul homme en seroit occupé tout le long du jour pour une seule Aiguille. 2.° En ôtant toutes les heures l'Aiguille de sa boîte, & en l'y remettant, il ne seroit pas possible qu'on ne causât de petits trémoussemens à la boite, qui se monteront bien vîte à plusieurs minutes de différence dans la déclinaison, & qui émousseroient très-promptement la pointe de suspension : ce qui jeteroit dans des erreurs continuelles.

§. 211. Argumens probables.

§. 211. Mais, au défaut de pouvoir mettre en usage ce qui seroit nécessaire pour parvenir d'une façon *directe* à la certitude, qu'il me soit permis d'examiner jusqu'où on peut rendre cette hypothèse probable, en procédant d'une façon *indirecte*.

1.° J'ai fait voir, ci-dessus, que les lames sont sujettes à des changemens continuels de force : (I. Partie, §. 271. *seq.*) ce qui suffiroit seul pour causer un changement de déclinaison à des Aiguilles imparfaites. Or il n'est pas probable ques ces changemens soient uniformes dans toutes les parties.

2.° En admettant l'hypothèse en question, on voit. 1.° Que différentes Aiguilles *peuvent* & *doivent* indiquer des déclinaisons & des variations de déclinaison différentes, puisque mes Expériences font voir que les changemens de force sont inégaux, même dans les lames parfaitement égales. On voit, 2.° Que moins ces changemens seront inégaux plus les variations & les sortes de mouvement approcheront d'être égales : & que si les deux causes de changement (§§. 248, 250, I. Partie), ont lieu à-la-fois comme cela arrive dans des Aiguilles imparfaites, les changemens & les inégalités seront plus fortes. Or on a vu, ci-dessus, que mes deux Aiguilles, n.^{os} 4 & 6, qui sont toutes deux parfaites, conviennent mieux entr'elles & sont beaucoup mieux d'accord en tout sens que les Aiguilles n.° 4. & A, ou n.° 6. & A. Or A est une Aiguille faite selon la méthode ordinaire, qui ne sauroit manquer d'être erronée.

3.° S'il n'y arrivoit aucun changement aux forces de l'Aiguille il n'y arriveroit, au-moins par cette cause, aucun changement dans la déclinaison. Or M. MALLET n'a trouvé aucune variation dans la déclinaison à Ponoi, & aucun changement de forces dans l'Aiguille dont il s'est servi.

4.° On ne sauroit douter, d'après les Expériences de M. CANTON dont nous avons fait mention (§. 281, I. Partie,) que la chaleur ne soit une des causes qui contribue à des changemens de force. Ceux-ci seroient-ils donc plus forts en été, & seroit-ce une des causes qui font que les variations sont plus fortes en été qu'en hiver?

Si cela est, on voit que les variations seront d'autant plus grandes que l'Aiguille sera plus exposée au soleil pendant le jour, puisqu'alors la variation de température entre le matin & le soir est plus forte. Or on a vu ci-dessus, que, pendant l'été de 1771, & en Avril 1772, les variations ont été moins fortes que dans les mois correspondans des autres années: & la Boussole a été placée alors dans une chambre où le soleil ne donnoit guères. Il est vrai que l'été de 1771 a été en général froid.

5.° Plus une Aiguille sera large, & plus les effets que le changement de force produit *seront* grands, ou *pourront* l'être. L'Aiguille que MM. CELLIUS & HIORTER emploient, n'avoit qu'une demi-ligne de largeur: la mienne, l'ancienne, en a $3\frac{1}{2}$ seroit-cela raison pour laquelle les variations diurnes moyennes que j'ai observées sont à-peu-près doubles de celles qu'on a observées en Suéde? Et à-peu-près égales à celles que M. CANTON a observées à Londres, où sûrement il a employé une lame de M. KNIGHT.

De plus, pendant l'été de 1775 cette même ancienne Aiguille a eu des variations plus considérables que le n.° 4, qui n'a qu'une demi-ligne. Mais on sait aussi, par la théorie que nous avons établie ci-dessus, que le contraire peut avoir lieu, & en effet il a lieu quelquefois.

6.° Enfin on peut expliquer par cette hypothèse comment les Aiguilles peuvent avoir en différens endroits des variations très-différentes : comment même elles peuvent, ainsi qu'à *Sparendam*, être le contraire de ce qu'elles sont ailleurs : ce qu'on ne sauroit je crois expliquer par aucune cause cosmique ou autre, qui soit hors de l'Aiguille.

§. 212. Probabilité de la conjecture de l'Auteur.

§. 212. En réunissant toutes ces réflexions, je crois pouvoir en conclure, que la cause que j'ai proposée, quoique bien éloignée de la certitude, est cependant probable : qu'elle l'est du moins assez pour obtenir quelque place parmi les hypothèses qui méritent d'être discutées, & confirmées ou rejetées par de nouvelles recherches.

Cette hypothèse établit donc que tout dépend des Aiguilles mêmes. Seroit-ce donc uniquement dans les Aiguilles qu'il faudroit chercher la cause de toutes les différences qu'on observe ? A *Sparendam*, on a commencé à en employer une seconde en Novembre 1775, qui paroît avoir plus approché du mouvement régulier que la précédente : il est vrai que celle-ci avoit déjà commencé à s'en approcher un peu au mois d'Octobre. On s'est servi de la nouvelle Aiguille jusqu'au 16 de Mars 1776 : on a employé alors l'ancienne ; mais le mouvement n'a pas moins approché du régulier pendant le reste du mois, en Avril & en Mai, qu'en Janvier & en Février : le changement d'Aiguille ne paroît guères en avoir fait dans le résultat des Observations.

§. 213. Nature de cette conjecture.

§. 213. Mais, quand cette hypothèse seroit démontrée, on voit que je ne fais qu'expliquer un fait par un autre fait : car d'où dépend cette variation de force dans l'Aiguille ? Il y a plus : si l'hypothèse est vraie, il faut que cette variation se fasse ici le matin toujours, ou du moins le plus souvent, dans un sens : qu'à Sparendam elle se fasse le plus souvent en sens contraire, & que le sens selon lequel elle se fait, y soit beaucoup plus variable. Il faut, en un mot, qu'il y ait du périodique dans ce sens. J'avoue ne pas entrevoir le moins du monde les causes probables de ce fait : mais le fait est : & c'est encore

un autre fait que ce changement n'eſt pas le même dans différentes lames: & ainſi la combinaiſon de ces deux faits, donne du moins l'explication de cet autre fait, le plus difficile à expliquer, ſavoir que deux Aiguilles ont des variations différentes quoique placées très-près les unes des autres.

Voilà tout ce que les connoiſſances que j'ai acquiſes juſqu'à préſent, me permettent de dire là-deſſus. Il nous faudra un beaucoup plus grand nombre d'obſervations, & d'obſervations ſiumultanées, avant qu'on puiſſe parvenir à quelque choſe de déciſif.

§. 214. Mais, au défaut de connoître la cauſe, ce ſeroit un grand avantage de pouvoir connoître les effets, de façon à pouvoir déterminer qu'elles ont été les déclinaiſons, à telles ou telles heures du jour, celles pour deux ou trois autres heures étant données. Voici comment on y pourroit parvenir. §. 214. Hypothèſe mathématique.

Suppoſons un cadran dont l'indice montre à chaque heure la déclinaiſon que l'Aiguille doit avoir, ce ſera la même choſe qu'on conſulte ce cadran ou l'Aiguille.

Si l'Aiguille indiquoit la même déclinaiſon à toutes les heures du jour, l'extrémité de l'indice parcoureroit un cercle, c'eſt-à-dire une courbe, dont tous les rayons qui, par leur longueur, expriment la grandeur de la déclinaiſon, ſont égaux. Mais, ſi la déclinaiſon n'eſt pas la même à toutes les heures, cette courbe ſera différente du cercle. Le plus ſimple eſt l'ellipſe. Si donc les lignes, qui en partant du même centre, expriment, par leur longueur, les degrés de déclinaiſon, en faiſant entr'elles des angles horaires de 15° par heure, ſont entr'elles comme les rayons d'une ellipſe, tirés du même centre, il eſt clair qu'un corps qu'on ſuppoſeroit ſe mouvoir ſur cette ellipſe avec une vîteſſe angulaire de 15° par heure, indiqueroit à chaque moment l'état de la déclinaiſon : car elle ſeroit indiquée par la ligne menée du centre au point où ſe trouve le corps au moment dont il s'agit. Cette idée m'a paru mériter d'être examinée.

§. 215. Formule à ce sujet.

§. 215. J'ai donc pris un mois d'obſervations. J'en ai ſeulement choiſi, où je ſavois que les déclinaiſons avoient été fort grandes, & en ouvrant mon Journal, je tombai, par haſard, ſur le mois de Janvier 1772. Je traçai un cercle horaire diviſé en 24 h. ayant tiré du centre 24 lignes; je pris ſur ces lignes les déclinaiſons obſervées à chaque heure de chaque jour, & je vis facilement que tous ces points étoient placés dans une Zone elliptique large de 33′. Il n'y avoit que 30 obſervations ſur 433 qui tombaſſent hors de cette Zone : de ſorte que toutes ces lignes faiſoient, pour chaque jour, des ellipſes plus ou moins régulières. Je pris enſuite les déclinaiſons moyennes pour le même mois : je les conſtruiſis de la même façon & j'eus une ellipſe beaucoup plus régulière. La déviation ne monta qu'à 5′, c'eſt-à-dire, que le grand & le petit axes de cette ellipſe étant donnés, j'aurois pu déterminer *à priori* avec une préciſion de 5′ les déclinaiſons moyennes pour toutes les heures du jour.

Il s'agit alors des déclinaiſons moyennes : & par conſéquent l'erreur peut être beaucoup moindre qu'elle ne le ſeroit pour chaque jour en particulier. Il eſt clair encore que ce mouvement ne ſe fait pas dans une ellipſe parfaite : car en ce cas, ſi les deux axes de l'ellipſe répondoient, par exemple, à 9 h. du matin & à 3 h. du ſoir, les déclinaiſons devroient être les mêmes à 9 h. du matin & à 9. h. du ſoir : à 11 h. & à 7. En un mot, les mêmes, à des heures équidiſtantes de 3 h., ce qui n'a pas lieu. Il faudroit donc, pour repréſenter le mouvement de l'Aiguille avec exactitude, ſe ſervir de deux ellipſes ayant un même centre, dont l'intérieure ſeroit calculée pour les heures du matin, & l'extérieure pour celles du ſoir; alors l'ellipſe extérieure répondroit mieux aux heures du ſoir que la premiere, qui approcheroit plus du mouvement qui a lieu le matin. Si l'on ſe donnoit en outre la peine de calculer jour par jour, ce qui devroit avoir lieu pour l'ellipſe, & de le comparer à ce qui a lieu réellement, on pourroit, peut-être, former par la ſuite une Table d'Équation, qui indiqueroit ce

qu'il faut ajouter au mouvement dans l'ellipse, ou ce qu'il faut en soustraire pour avoir à-peu-près le mouvement vrai. Peut-être parviendroit-on de cette façon à connoître plus particulièrement le mouvement de l'Aiguille, & à le prédire plus ou moins. Mes occupations & le travail que ce second Mémoire a exigé, m'a empêché d'entreprendre, jusqu'à présent, un travail aussi pénible que le seroit celui que je propose. Je pourrai cependant l'entreprendre si l'Académie le juge utile.

§. 216. Ce qu'il y auroit de plus difficile dans ses Essais; ce seroit de déterminer la proportion des axes de l'ellipse. Supposons que l'Aiguille ait exactement le même mouvement en deux temps différens : il faudra que l'ellipse ait dans ces deux cas la même courbure, & que les axes aient la même proportion. Cependant si, dans l'un de ces cas, la déclinaison étoit à 9 h. de matin de 18° par exemple, & à 3 h. de 10° + 30′. Et dans l'autre, aux mêmes heures de 10° & 10° + 30′. On ne sauroit exprimer la grandeur des rayons par celles des déclinaisons : car alors les axes seroient dans le premier cas, comme 18 à 18·5 = 1 : 1·03; &, dans le second, comme 10 : 10·5 = 1 : 1·05. Enfin si les déclinaisons n'étoient dans un troisième cas, que de 1° & $1\frac{1}{2}$°, les axes seroient comme 1 : à 1·5. Or il est clair que la différence des axes doit être à-peu-près celle qu'il y a entre le *maximum* & le *minimum* de la déclinaison pour le temps dont il s'agit. Par exemple, dans l'ellipse, qui représente les déclinaisons moyennes pour Juillet 1772, la différence des axes est de 21 parties ou minutes & celle du *maximum* & du *minimum* est de $23\frac{1}{2}$′. Je crois que c'est par des nombreuses observations qu'il faudroit faire des essais sur la proportion convenable des axes. Il seroit surtout avantageux de rechercher quelle elle devroit être pour que les différences des rayons soient en certaine proportion : car ce sont ces différences qui indiquent les variations horaires qu'il importe de connoître. Cela réduiroit cette matiere à la résolution d'un Problême de Mathématique fort simple. Car, soit l'ellipse *abh*; que les rayons fassent entr'eux des angles *aZb*, *bZc*, de 15°; qu'on exprime, comme de coutume, les

§. 216. Explication de la formule.

Fig. 54.

axes, les ordonnées, & les abſciſſes, par a, b, y, x, on aura $y^2 = \frac{b^2}{a^2}(a^2 - x^2)$; mais $bB : ZB = fin\ 95° : cof$, ou $y : x = fin\ 75° : cof\ 75°$: donc $y = \frac{x . fin\ 75°}{cof\ 75°} = x \cdot tang\ 75° = xc$, ſi $c = tang\ 75°$: donc $x^2c^2 = \frac{b^2(a^2 - x^2)}{a^2}$, ou $x^2(c^2a^2 + b^2) = b^2a^2$, ou $x^2 = \frac{b^2a^2}{c^2a^2 + b^2}$; mais $(Zb)^2 = (BZ)^2 + (Bb)^2 = x^2 + y^2 = x^2 + \frac{a^2}{b^2}(a^2 - x^2) = \frac{x^2(a^2 - b^2) + b^2a^2}{a^2} = \frac{b^2(a^2 + a^2c^2)}{a^2c^2 + b^2}$: ſi, par exemple, les obſervations entre 9 & 10 h., 11 & 12 h. ſont données, on aura $b - \sqrt{\left(\frac{b^2a^2(1 + (tang\ 75°)^2)}{b^2 + a^2(tang\ 75°)^2}\right)}$ = variation de 9 h. à 10 heures, & $\sqrt{\left(\frac{b^2a^2(1 + (tang\ 75°)^2)}{b^2 + a^2(tang\ 75°)^2}\right)} - \sqrt{\left(\frac{b^2a^2(1 + (tang\ 60°)^2)}{b^2 + a^2(tang\ 60°)^2}\right)}$ = variation de 10 heures à 11 heures. Il eſt donc clair qu'on pourroit trouver quelle proportion il faut donner aux axes pour qu'une ellipſe réponde aux obſervations. Je ne doute pas que ſi l'on ſe donnoit la peine de calculer les Tables théoriques néceſſaires, & ſi on les comparoit ſoigneuſement aux obſervations faites d'heure en heure, on ne pût calculer des Tables d'Équation, qui, combinées aux précédentes, ſerviroient à connoître la marche de l'Aiguille avec exactitude. Peut-être ſeroient-elles, par-là même, utiles pour parvenir à la connoiſſance des cauſes. Au reſte, il eſt clair que chaque Aiguille exigeroit une Table particuliere.

§. 217. Concluſion. §. 117. Je ne m'étendrai pas là-deſſus : cela m'entraîneroit dans de trop grands détails. Il me ſuffit d'avoir indiqué la méthode qu'on devroit ſuivre, ce me ſemble, pour combiner les obſervations afin de conſtruire des Tables qui indiqueroient les obſervations pour chaque heure du jour, le *maximum*, le *minimum*, & une obſervation intermédiaire étant données, ainſi que les heures auxquelles ces trois obſervations ont été faites. Or ſi l'on trouvoit que les obſervations s'accordent toujours à-peu-près avec le mouvement calculé dans l'ellipſe, ne pourroit-on pas ſoupçonner que celles qui s'en éloignent le plus, ſont produites par quelque cauſe étrangère qui modifie la cauſe générale & régulière ?

SECONDE

SECONDE SECTION.

Des changemens de la Déclinaiſon même, & de leur influence ſur la Variation diurne.

Introduction.

§. 218. Nous avons dit, plus d'une fois, dans le cours des Chapitres précédens, que le mouvement général, & ſi l'on veut, coſmique de l'Aiguille, par lequel la déclinaiſon change, influe plus ou moins ſur le mouvement diurne de l'Aiguille, & ſur la grandeur des variations : qu'il en eſt de même de quelques cauſes irrégulieres. Il ne ſera donc pas hors de propos d'examiner les variations, auxquelles ces cauſes ſont ſujettes, & ce qu'elles peuvent produire de régulier ou d'irrégulier. Parmi les cauſes réellement régulières, je range le changement de déclinaiſon : parmi les irréguliètes, les Arurores boréales. Je ne parle pas de l'électricité, parce qu'elle n'offre rien de conſtant. Voici donc l'ordre que je me propoſe de ſuivre dans les diſcuſſions, qui doivent nous occuper dans cette Section. §. 218. Ordre des matières.

1.° J'examinerai d'abord ce qui a lieu pour les variations diurnes totales.

2.° J'examinerai ce qui a lieu pour les changemens des déclinaiſons diurnes moyennes.

3.° Je rechercherai ce qui a lieu pour les changemens qui ſe font dans la déclinaiſon de mois en mois, ou d'année en année.

4.° Enfin j'examinerai l'influence que l'Aurore boréale peut avoir ſur le mouvement de l'Aiguille.

CHAPITRE PREMIER.

Des Changemens diurnes des Déclinaiſons obſervées à la même heure.

§. 219. Conſidérations générales. Explication des Tables.

§. 219. Si l'Aiguille n'étoit ſujette à aucune autre variation qu'à la variation horaire diurne & nocturne, dont nous avons parlé, elle reviendroit tous les jours, après avoir achevé ſes périodes au même point dont elle eſt partie: il n'y auroit de différence que lorſque les différens mouvemens ſe combinent. Mais c'eſt ce qui n'a pas lieu. On ſait que la déclinaiſon même moyenne, change de temps en temps, qu'elle augmente & diminue, devient orientale d'occidentale qu'elle étoit, & réciproquement. Or ce changement, le ſuppoſa-t-on lent & uniforme, doit à la fin influer ſur la grandeur des variations diurnes, puiſqu'il eſt oppoſé à un des ſens ſelon lequel ſe fait le période diurne, & qu'il coïncide avec l'autre.

J'ai dit, ci-deſſus, (§. 51, n.° 5,) que j'entendois par variation *pour tout le jour* celle qui a lieu entre les déclinaiſons obſervées pendant deux jours conſécutifs à 6 heures du matin. On auroit pu prendre de même les obſervations faites à 7 h. à 8 h., ou à quelqu'autre du jour. Ce ſont celles de 8 h. que j'ai priſes en Janvier, Février, Mars, Avril, & les premiers jours de Mai 1771. J'ai préféré de prendre les heures du matin, parce qu'on peut ſuppoſer que c'eſt alors, ou vers ce temps, que l'Aiguille acheve ſon période diurne pour en commencer un nouveau.

On voit par la colomne V. des Tables 4, 5, 6, & de la ſeconde Partie de la Table 36, que ces variations ſont quelquefois conſidérables *(u)*. La plus grande eſt celle qui a eu lieu

(u) Comme les matières traitées dans cette Section, n'appartiennent pas

en Août 1771. La grandeur de ces différences, jointe à quelques autres raisons, me font croire qu'il y a des causes irrégulières qui influent sur ces variations.

§. 220. Ces variations se font tantôt à l'Est, tantôt à l'Ouest, & cela, soit que la déclinaison augmente, soit qu'elle diminue, ce qui n'est pas étonnant, puisque cette déclinaison dépend non-seulement de ce qui a lieu à 6 h. du matin, mais encore de ce qui a lieu pendant tout le jour. §. 220. Résultats généraux.

J'ai marqué dans la quatrième, cinquième & sixième case de la même colomne combien de fois cette variation a été orientale, ou occidentale, ou nulle. Le nombre des variations orientales est tantôt plus grand, tantôt plus petit que celui des occidentales, & il ne paroît pas qu'il y ait eu quelque chose de régulier en cela. Le nombre des variations nulles a été le plus grand dans le quatrième trimestre, & la somme pour le premier & le quatrième a un peu surpassé celles des deux autres : excès qui a été un plus grand en 1773, qu'en 1771 & 1772 ; de sorte que *le nombre des variations nulles paroît avoir été un peu plus grand en hiver qu'en été :* ce qui a lieu aussi, mais plus fortement, pour les autres variations.

En 1771, le nombre des variations occidentales & orientales a été le même en hiver & en été. En 1772, les occidentales ont surpassé les orientales en hiver, mais en ont été surpassées en été. Ceci a eu lieu aussi en 1773 : mais en hiver il y a eu égalité. En 1774, les variations orientales ont toujours été les plus nombreuses, & les occidentales l'ont été en 1775. Cependant si l'on prend les sommes pour les cinq années, on trouve les nombres suivans.

---

aussi essentiellement à mon but que celles de la précédente, je m'en tiendrai aux Observations des années 1771, 1772 & 1773, dont on trouve les résultats dans nos Tables, à moins que celles de 1774 & 1775 ne menassent à des conclusions contraires, ou fussent nécessaires pour en établir quelqu'une : quand donc je ne dirai rien de celles-ci, on doit sous-entendre qu'elles menent aux mêmes conclusions que celles des années précédentes.

Variations.	Orient.	Occid.
Hiver	349	378
Été.......	384	348

Il est donc *probable* « Que la somme des variations orientales » excède, en général, celle des occidentales en été, & qu'elle » en est surpassée en hiver. » Je dis probable, parce que les grandes irrégularités que nous avons vu qu'il y a en différentes années, empêchent qu'on puisse prononcer avec certitude.

§. 221. Résultats des termes moyens.

§. 221. Pour ce qui est des termes moyens de ces variations on voit non-seulement que l'ordre n'est pas le même que pour les autres variations, mais encore qu'il ne suit pas, à beaucoup près, celui des mois d'été aussi exactement. Il y a beaucoup plus d'irrégularités, comme il paroît par la seconde partie des mêmes Tables. Cependant, si l'on prend pour les cinq années les termes moyens des trimestres, on trouvera l'ordre suivant.

Le I. Trim. a été	2 fois le n.° 3,	2 fois le n.° 4,	1 fois le n.° 2
II.	3 ..... n.° 2	1 ..... n.° 1	1 ..... n.° 3
III.	3 ..... n.° 1	1 ..... n.° 2	1 ..... n.° 3
IV.	3 ..... n.° 4	1 ..... n.° 1	1 ..... n.° 3

Les trimestres d'été sont donc presque toujours les premiers en rang. Enfin, en prenant les termes moyens pour l'été & pour l'hiver, les premiers sont de beaucoup plus grands. Ces variations sont donc plus grandes en été qu'en hiver, quoiqu'il y ait plus d'exceptions que pour les autres variations.

§. 222. Conséquences.

§. 222. Il suit de ces observations, 1.° Que quand on supposeroit que ces variations dépendent du magnétisme, ou de quelqu'autre cause cosmique, & quand elles se feroient toujours dans le même sens, que cette cause n'agit pas d'un mouvement uniforme, & qu'ainsi le progrès de la déclinaison n'est pas régulier, mais accéléré en été, retardé en hiver. 2.° Que si, même abstraction faite des causes manifestement irrégulières, comme l'Aurore boréale (& dans mes Tables j'ai omis tous les jours

où elle a produit quelqu'effet irrégulier), ces variations dépendoient du magnétiſme de la terre, il eſt certain que le noyau magnétique ſouffre tous les jours des balancemens dans ſa poſition, ou des changemens dans les forces des parties; puiſque ces variations ſe ſont tantôt à l'E., tantôt à l'O. Enfin ſi l'on fait attention aux chiffres placés à côté des colonnes d'ordre, il ſera aiſé de conclure que l'ordre des mois eſt totalement différent de l'ordre thermométrique même pour les trimeſtres, & qu'ainſi ces variations ſont très-oppoſées au ſyſtême de M. Canton. On ne trouve pas une moindre aberration dans l'ordre des mois d'inclinaiſon : il paroît par conſéquent très-probable que ces variations dépendent en *entier* du magnétiſme de la Tene : ce qui paroîtra encore mieux ſi l'on fait attention que mes deux Aiguilles n.° A & n.° 4, ont eu des variations, pour tout le jour, différentes pour la grandeur & pour le nombre : en voici les réſultats pour une année entiere.

N.° A	E.	O.	Nul.	E.	Nul.	O.	Nul.	E.	O.	Somme.
N.° 4	E.	O.	Nul.	Nul.	E.	Nul.	O.	O.	E.	
	96	100	16	16	20	21	21	32	43	365
	212			78				70		365
	Mêmes Mouv.			Différens.				Oppoſés.		

Cependant les deux Aiguilles, n.° 4 & n.° 6, ont été mieux d'accord entr'elles; car, pendant le premier trimeſtre de cette année, les mouvemens ont été, ...;

Pour les n.° A & n.° 4, les mêmes, 46; diff. 31; opp. 14
Pour les n.° 4 & n.° 6 .... 50 .... 29 12

Pendant le ſecond trimeſtre de 1776, on a eu les mouvemens;

	Mêmes.	Différ.	Oppoſés.	Somme.
N.° A & n.° 4	... 56	... 1	... 34	... 90
N.° 6 & n.° 4	... 61	... 1	... 30	... 90

D'où il réſulte qu'*une partie des différences dépend des Aiguilles mêmes, & des cauſes locales;* mais que *cependant*

il y a une cause générale qui les dirige, puisque leurs mouvemens sont la plupart du temps les mêmes.

Pour ce qui est des grandeurs mêmes, elles diffèrent moins pour différentes Aiguilles que celles des autres variations : pendant le premier trimestre de cette année la plus grande différence a été pour les n.os A & 4, de 10′ le 26 Février, & de 9′ pour les n.os 4 & 6, le 12 Février, jour d'Aurore boréale.

§. 223. Observations de Sparendam.

§. 223. Je viens de faire usage de mes propres observations. J'ai consulté aussi celles qu'on a faites à Sparendam, & que la Société de Haarlem a publié depuis 1768. Ces observations n'ont été faites qu'une fois par jour, à midi, jusqu'en 1774. Je ne ferai usage ici que des quatre premières années, tant parce qu'il y a en 1769 une omission de deux mois entiers, que parce que le mouvement de l'Aiguille a été moins libre dans la suite.

Comme ce Journal a été publié sans la moindre rédaction; j'ai pris la peine d'en extraire mois pour mois, le *maximum*, le *minimum*, & d'en calculer les termes moyens & les différences. J'en donne le résultat dans la Table 40, & j'y ai ajouté l'ordre des mois. En prenant les *maximum* des variations & des déclinaisons, je n'ai pas séparé celles qui sont probablement dûes à des causes irrégulieres, parce qu'il n'y a que peu de cas où on les distingue avec certitude : mais cela n'influe guères sur les termes moyens, sur-tout sur ceux des trimestres.

§. 224. Résultats de ces Observations.

§. 224. Il résulte de cette Table; 1.° Que l'ordre des mois est très-inconstant : 2.° Que la variation diurne, c'est ici celle qui a lieu de midi à midi, est souvent beaucoup plus grande dans les mois d'hiver. 3.° Que même en prenant les trimestres, il n'y a que l'année 1768, où la variation horaire soit plus grande dans chacun des trimestres d'été que dans ceux d'hiver. 4.° Que si on prend les sommes des trimestres d'été & celles des trimestres d'hiver, on trouve qu'il n'y a que les années 1765 & 1766 où la premiere somme soit plus grande que la seconde,

Toutes ces variations paroissent donc opposées à celles que j'ai vues ici : & de plus elles sont très-petites : car, excepté celles de Septembre 1768, Avril & Septembre 1766 & Septembre 1767, dont la plus grande est de 36′, & qui ont lieu des jours d'agitations irrégulières, la plus grande variation ne va qu'en 17′, & en 1768 la plus plus grande n'a été que de 3′. Les variations moyennes y indiquent assez combien cette variation diurne y est peu considérable.

En 1774 & 1775, années où l'on a fait à Sparendam des observations horaires, les variations dont nous parlons, prises entre les premieres observations, ont en général été plus grandes que chez moi, & par conséquent beaucoup plus grandes qu'elles ne l'avoient été ci-devant à Sparendam : cependant on y a encore remarqué la même irrégularité dans l'ordre des mois, même pour les trimestres. Les variations moyennes ont été, en 1775, plus petites en été qu'en hiver : à la vérité, elles y ont été un peu plus grandes en été en 1774, mais cela vient visiblement des très-grandes variations qu'il y a eu au mois de Juin (§§. 187, 188), & ont rendu la variation moyenne de 23′ pour ce mois, au-lieu qu'elle n'a été que de 12·6′ pour le *maximum* des autres mois.

Ces variations sont donc en général différentes à Sparendam de ce qu'elles ont été ici dans le même.

§. 225. M. DUIN a publié en détail les observations qu'il a faites chaque jour à Haarlem, à midi, en Novembre & Décembre 1739, Janvier, Février, Mars 1740, & Décembre 1742. J'en ai déduit les *maxima*, *minima*, les différences & les termes moyens. V. Table 39. Un ami a eu la bonté de me procurer une copie manuscrite de ces Observations, laquelle contient celles que M. DUIN a faites de 1735 à 1742 inclusivement. Voici la Table des variations diurnes moyennes : on trouvera dans un moment les *maxima*, dont la grandeur est fort analogue à celle des variations que j'ai observées ici.

§. 225. Observations de M. *Duin*.

	1735	1736	1737	1738	1739	1740	1741	1742	Moyen.	Ordr.	
Janvier.			3		4.7 2.76	2.06	2.26	2.71 2.2	1.96 2.66	12	12
Février.			4.36		3.21 3	1.71	3.7	2.21	3.04 3	11	8
Mars...	8.62 3.8		4.47 3.32		2.45	2.8	1.8	1.3	3.57 2.74	9	11
Avril...			8.93 3.4	2.2	2.15	4.2	2.27	2.8	3.76 2.84	7	10
Mai....			3	3.9	1.7	6.9 4.8	6.26 4.8	2.8	4.09 3.6	4	4
Juin....			4.8 3.67	5.2 4.3		3.33	3.6	3.1	4.01 3.6	5	5
Juillet..			3.22	2.46	4.13 3.45	6.1 4.2	5.13 3.76	2.6	4.1 3.85	2	6
Août...	7.32 6		6.77 6	3.07	3.55	2.7	2.87	2.45	4.1 3.7	3	2
Sept....	8.17 5.2			4.66	2.6	4.8	4.7	2.7	5.6 4.15	1	1
Octob..	3.4 1.52	2.1		6.77 4	3.16	3.2	2.4	5.23	3.79 3.09	6	7
Nov....	5.5	3.6		2.23	3.4	5.4	3.4	3.5	3.67 2.8	8	3
Dec....	4 3	2.13		4.7 3.1	4.66 3.97	2.1	2.5	2.84	3.28 2.8	10	9
I. Trim.			3.94 3.6		3.46 2.74	2.09	2.6	2.1 1.9	3.18 2.8	4	4
II. Trim.			5.54 3.3	3.8 3.5		4.8 4.3	4 3.56	2.9	3.95 3.35	2	2
III. Tr...				3.4	3.43 3	4.59 3.97	4.23 3.38	2°65	4.3 3.75	1	1
IV. Tr...	4.3 3.2	2.61		4.58 3.1	2.71 3.5	3.5	2.8	3.69	3.58 3.19	3	3
I. Sem..			4.74 3.45		2.71 2.35	3.44	3.5 3.1	2.5 2.4	3.57 3.07		
II. Sem.				4 3.25	3 3.2	4 3.73	3.5 3.2	3.17	3.94 3.47		
Année..				3.6 3.4	2.85 2.72	3.72 3.5	3.5 3.1	2.84	3.75 3.27		
I. IV. Tr.					2 3.1	2.79	2.7	2.8 2.8	3.38 3	2	2
II. III. T.						4.6 4.13	4.26	2.72	4.12 3.47	1	1

Comme M. Duin n'a fait qu'une obſervation par jour, je n'ai pas bien pu diſtinguer les jours où le mouvement de l'Aiguille a été irrégulier, & je n'ai pu en tenir un compte exact. C'eſt pourquoi j'ai mis dans la premiere caſe de chaque année ces termes moyens déduits des obſervations mêmes : &, dans la ſeconde, les termes moyens produits par l'addition de toutes les obſervations, excepté de celles où la variation ſurpaſſe 20′, regardant celles-là comme irrégulières : hypothèſe qui ſûrement eſt admiſſible en hiver, mais qui peut être erronée en été : car j'ai vu plus d'une fois des mouvemens réguliers plus grands. Quoi qu'il en ſoit, on voit manifeſtement l'influence des ſaiſons en prenant les trois années complètes 1740 · 41 · 42,

&

& les termes moyens pour toutes : les trimestres d'été prévalent excepté pour 1741, ce qui vient de la grande variation du mois d'Octobre. On voit enfin que ces variations ne sont pas fort différentes de ce que j'ai observé ici. *Voyez* Tables 4, 5, 6, 36, colonne 5. C'est ce qui paroîtra encore davantage par la Table suivante, qui contient les *maxima* de ces mêmes variations diurnes, & qu'on est prié de comparer avec mes Tables.

	1735	1736	1737	1738	1739	1740	1741	1742
Janvier.			11		40	6	10	20
Février.			18		24	8	16	12
Mars...	25		38		8	8	8	4
Avril...			30	7	12	13	8	14
Mai....			8	14	11	26	20	6
Juin....			38	10	10	9	14	12
Juillet..	10		8	11	22	26	26	9
Août...	30		20	9	14	10	12	9
Sept....	34			10	8	19	19	8
Oct. ...	42	4		48	10	10	6	16
Nov....	18	10		8	10	18	12	12
Déc....	10	4		30	25	10	14	15

N. B. J'ai ôté toutes les variations manifestement irrégulières, auxquelles M. *Duin* n'avoit pas fait attention.

CHAPITRE II.

Des Variations diurnes de Déclinaison moyenne.

§. 226. Considérations générales.

§. 226. JE ME VOIS OBLIGÉ de me servir uniquement de mes propres observations, pour les recherches de ce Chapitre. Car, quoique M. CANTON ait publié en entier son Journal de 1759, le nombre d'observations est trop petit pour en déduire quelque chose de certain.

On doit, je crois, considérer la déclinaison diurne moyenne comme la vraie déclinaison qui a lieu chaque jour. Ses changemens sont donc ceux par lesquels on doit juger du changement qui arrive à la vraie cause qui dirige l'Aiguille, & par conséquent à la position ou à la force du noyau magnétique terrestre, si c'est delà que cette cause dépend. D'où il résulte, que si tous ces changemens ne peuvent provenir en *entier* d'un changement dans le noyau magnétique, on sera obligé de conclure, qu'il y a d'autres causes, quoique peut-être inconnues, qui influent sur la direction de l'Aiguille.

Il est aisé de voir, par les Tables 22 & suivantes, jusqu'à 30 & 37, que le changement diurne de déclinaison se fait, tantôt à l'E. tantôt à l'O. & que ces variations ne semblent suivre aucun ordre régulier. J'ai essayé d'ajouter plusieurs jours ensemble pour faire évanouir les irrégularités en prenant un terme moyen. Mais je n'ai pu parvenir à rien de périodique ou de constant. Cette variation dépend sûrement de la combinaison de différenres causes.

§. 227. Influences des saisons.

§. 227. Commençons par examiner si cette variation a quelque rapport constant aux saisons. En consultant les Tables 24, 27, 30, il est aisé de s'appercevoir que l'ordre des mois ne suit pas aussi constamment que les autres variations, celui

des mois d'été : mais qu'il y a plus d'exceptions. Cependant le n.° 1 de l'ordre se trouve en Juin, Juillet, ou Août : n.° 12 en Décembre : n.° 10 en Octobre, Janvier, Février. N.° 2 deux fois en Octobre & Novembre. N.° 3 deux fois en Juin & en Juillet. N.° 4 en Mai, Août & Septembre. Il n'est du reste pas étonnant qu'il y ait ici plus d'exceptions, parce qu'il y a sûrement complication de causes qui n'agissent vraisemblablement pas toutes de la même façon. Or, si l'on prend les trimestres, on trouve que le terme moyen des second & troisième trimestres est toujours plus grand que celui du premier & du quatrième pour les quatre premières années : le contraire a eu lieu en 1775, ce qui ne vient que des grandes variations qu'il y a eu en Mars & en Octobre. Cependant les trimestres d'été prévalent pour la somme de cinq années. Ce qui indique une différence manifeste de l'été à l'hiver.

§. 228. J'ai aussi calculé séparément les termes moyens pour les variations qui se font à l'Est, & pour celles qui se font à l'O. On voit par l'inspection des mêmes Tables, 1.° Qu'on peut appliquer à l'ordre des mois tout ce que nous venons de dire, & même que les exceptions sont encore plus nombreuses. 2.° Qu'en prenant la somme du second & du troisième trimestre, & celle du premier & du quatrième, il y a une prépondérance manifeste de l'été sur l'hiver. Il n'y a en cela qu'une seule exception en 1775 pour les variations orientales : enfin qu'en 1772 & 1775, le second & le premier trimestre ont été plus grands que le troisième, qui, sans cela, a été constamment le plus grand dans les autres années.

§. 228. Influence des saisons, sur les Variations Or. & Occid.

Il en résulte donc en général que les *variations des déclinaisons diurnes moyennes* sont plus grandes en été qu'en hiver, que par conséquent le changement de déclinaison, supposé même provenir d'une seule cause, le magnétisme de la terre, ne se fait pas d'un mouvement uniforme, mais admet, même dans sa progression, fût-elle d'ailleurs supposée constante vers le même sens, un période annuel ; & qu'ainsi le plus grand éloignement de la terre au soleil, ou la plus grande chaleur,

ou quelqu'autre cause qui dépend de cette situation du globe, ou du moins, une cause, qui a un rapport constant avec cette situation, concourt à produire des changemens dans les déclinaisons moyennes : ce qui n'avoit pas encore été remarqué, que je sache.

§. 229. Autres considérations sur ces Variations.

§. 229. Jetons encore un coup-d'œil sur ces deux sortes de variations, celles qui se font à l'Est, & celles qui se font à l'Ouest.

En consultant les Tables, on remarque, 1.° Qu'il y a des mois où la variation moyenne orientale, surpasse l'occidentale, & d'autres où elle en est surpassée. 2.° Qu'en prenant les trimestres, semestres, & les années entières, les différences sont très-petites. 3.° Que le nombre des mois où la variation moyenne orientale surpasse l'occidentale, est plus grand que le nombre de mois où le contraire a lieu. Cela a lieu aussi pour les trimestres : ce qui est assez naturel, puisqu'en général la déclinaison a diminué pendant ces cinq années. 4.° Si l'on a égard au nombre de fois que la variation de ces déclinaisons moyennes a été otientale ou occidentale pendant ces cinq années (*Voy.* Suppl. Table 24, 27, 30, *pag.* 19), on voit que ces nombres ne suivent aucun ordre régulier. En 1771, 74 & 75, le nombre des variations occidentales a presque toujours surpassé celui des orientales ; & cela a toujours eu lieu dans les trimestres. En 1772 & 73, au contraire, l'excès a été tantôt d'un coté, tantôt de l'autre, & sur toute l'année les différences ont été très-peu sensibles.

Si l'on consulte attentivement les sommes des trimestres d'été & des trimestres d'hiver, on trouve qu'en 1771, 1772 & 1773, le nombre des variations orientales a toujours surpassé celui des occidentales en hiver, & que le contraire a eu lieu en 1774 & 1775. En été, ce même excès n'a eu lieu que pour la seule année 1771, dans les autres le nombre des variations occidentales a surpassé celui des orientales. Si l'on prend les

ſommes des cinq années, on trouve, ...

	Var. Or.		Var. Occ.
I. & IV. Trimeſtre. . . .	316	. . .	395
II. & III. Trimeſtre. . . .	406	. . .	417

Où l'on voit que le nombre des variations occidentales a prévalu, généralement parlant: concluſion très-différente de celle que j'aurois eue en n'ayant égard qu'au réſultat des années 1771, 1772 & 1773; j'aurois trouvé alors qu'en hiver les variations orientales ont été plus nombreuſes que les occidentales, & qu'au contraire celles-ci ont été un peu plus nombreuſes en été : tant il eſt vrai que des obſervations ſuivies pendant long-temps, fourniſſent quelquefois des réſultats contraires à ceux qu'on avoit déduit d'un plus petit nombre.

Juſqu'à préſent je n'ai pu découvrir d'autre régularité dans la grandeur de ces variations des déclinaiſons moyennes, que celle qui a rapport à l'influence des ſaiſons.

§. 230. Conſéquences, & preuves ultérieures.

§. 230. Cette influence des ſaiſons fait voir que le magnétiſme de la terre, en tant que tel, n'eſt pas la ſeule cauſe de changement de déclinaiſon : & quoique celui-ci ſoit produit par une ſeule cauſe coſmique générale, cette cauſe eſt cependant modifiée par d'autres qui agiſſent différemment. Or, comme ces déclinaiſons moyennes & leurs variations diffèrent pour des Aiguilles poſées très-près l'une de l'autre, il me paroît évident que les Aiguilles contribuent elles-mêmes à ce changement, & je ne doute pas que ce ne ſoit la cauſe dont nous avons déjà parlé. Voici ce qui a eu lieu pour une année entière, par rapport à la variation des déclinaiſons moyennes diurnes.

N.° A	E.	O.	Nul.	E.	Nul.	O.	Nul.	E.	O.	Somme.
N.° 4	E.	O.	Nul.	Nul.	E.	Nul.	O.	O.	E.	
	106	125			1	1	4	57	67	361
	231			6				124		361
	Mêmes.			Divers.				Oppoſ.		

On voit par-là que les mouvemens sont opposés le tiers du temps, & qu'ainsi la déclinaison moyenne augmente souvent pour une Aiguille, dans le temps qu'elle diminue pour l'autre; ce qui ne devroit pas être, si la déclinaison moyenne étoit produite par une cause parfaitement cosmique.

Les deux Aiguilles, n.° 4 & n.° 6, sont mieux d'accord entr'elles : voici ce qui a lieu pour le premier trimestre de cette année.

	Mêmes.	Divers.	Opposés.	Somme.
N.° A & N.° 4 ...	54 ...	2 ...	35 ...	91
N.° 4 & N.° 6 ...	63 ...	1 ...	27 ...	91

Pendant le second trimestre de 1776, on a eu les mouvemens;

	Mêmes.	Divers.	Opposés.	Somme.
N.° A & N.° 4 ...	56 ...	1 ...	34 ...	90
N.° 6 & N.° 4 ...	61 ...	1 ...	30 ...	90

Ce qui fait voir évidemment qu'une partie de ces changemens de déclinaison moyenne, dépend des Aiguilles mêmes. Je renvoie, sur ce sujet, à ce que j'ai dit, Chap. IX, §§. 206 & *seq.*

CHAPITRE III.

Du changement menstruel & annuel de Déclinaison.

§. 231. LE CHANGEMENT de déclinaison que nous allons examiner est, pour ainsi dire, le résultat de toutes les autres, & il semble qu'on devroit pouvoir s'attendre à y trouver un progrès plus régulier, parce que les irrégularités, réparties sur un beaucoup plus grand espace, & se détruisant en partie, semblent devoir devenir moins sensibles. §. 231. Division du sujet.

J'examinerai trois variations particulières. La premiere, que je nommerai *variation menstruelle horaire* : la seconde, c'est *la variation menstruelle extrême*, §. 234, & la troisième, c'est *la variation menstruelle moyenne*, §. 237.

§. 232. J'entends par *variation menstruelle horaire*, les différences qu'il y a entre le *maximum* & le *minimum* de chaque mois, pour chaque heure, les Tables 16, 17, 18, & n.° 6 de la Table 36, contiennent ces variations. En les consultant, on voit qu'il n'y a aucune régularité dans l'ordre dans lequel ces mois se suivent, ni dans les heures auxquelles ces *maxima* ont lieu. En 1771, par exemple, Le *maximum* de chaque heure, ne se trouve qu'en Août, Février, Juillet, Septembre : en 1772, qu'en Mai, Juin, Juillet, Septembre, Octobre. En 1773, qu'en Janvier, Septembre, Octobre. §. 232. Du *maximum* & *minimum* de la variation menstruelle horaire.

Au contraire, les *minima* se trouvent, en 1771, en Janvier & Novembre : en 1772, en Janvier, Avril, Novembre : en 1773, en Mai, Novembre, Décembre. Il en est de même pour les heures où les *maxima* & *minima* ont lieu.

§. 233. Il faudra donc se contenter d'examiner les termes moyens de ces variations. Je les ai déterminés, en divisant leur §. 233. Des termes moyens.

ſomme par leur nombre. Tous ces nombres ſe trouvent dans la colonne dixième des Tables 1, 2, 3, & n.° 1, Table 36.

En comparant l'ordre des mois, ſelon lequel ces variations ont lieu, on s'apperçoit encore de la loi des ſaiſons, quoiqu'il y ait beaucoup d'exceptions. Cette loi reparoît cependant dans toute ſa force pour les trimeſtres, & ſur-tout dans les termes moyens des trimeſtres d'été & d'hiver. Les premiers ſont plus grands que les ſeconds en 1771, 1772 & 1775. Mais ils ſont plus petits en 1773 & 1774. Cette exception me paroît provenir de la cauſe ſuivante. Dans les mois de Juin & Juillet 1773, il y a eu beaucoup d'agitations irrégulières dans le mouvement de l'Aiguille, ainſi qu'il paroît par la Table des déclinaiſons diurnes moyennes. J'ai ôté, pour trouver les termes moyen stous les jours manifeſtement irréguliers. Mais, par-là même, j'ai ôté tous ceux où cette variation a été la plus grande. Pour 1774, cette exception provient du très-grand changement de déclinaiſon qu'il y a eu en Octobre.

Il ſera bon de remarquer encore que la variation menſtruelle horaire moyenne a été plus petite en 1773 qu'en 1772 : en 1772 qu'en 1771, & en 1775, elle a été plus petite qu'en 1773 : mais en 1774 elle a été un peu plus grande ; ce qui provient ſur-tout des grands changemens de déclinaiſons qu'il y a eu en Octobre & Décembre.

§. 234. Variation menſtruelle extrême.

§. 234. J'entends par *variation menſtruelle extrême* celle qui a lieu entre le *maximum* & le *minimum* d'un même mois. On la trouve dans la colonne 3 des Tables 1, 2, 3, 36. J'ai pris auſſi cette différence pour les trimeſtres. Enfin j'ai pris le terme moyen des variations menſtruelles, ce qui m'a donné le *medium* de cette variation pour chaque trimeſtre. Voyez colonne 4 des mêmes Tables.

Or, en conſultant les Tables, on voit facilement, 1.° Qu'il y a dans l'ordre des mois beaucoup d'aberrations de la loi des ſaiſons, dont nous avons parlé ci-deſſus : 2.° Qu'en prenant les termes moyens & ceux des trimeſtres d'été & d'hiver, les premiers

ſurpaſſent

ſurpaſſent les ſeconds. Il n'y a d'exception que pour 1774, ce qui provient des très-grands changemens de déclinaiſon qu'il y a eu en Octobre & Décembre. Cette loi ſe manifeſte donc encore en général. 3.° Cette même loi ſe manifeſte encore en 1771 & 1772, en prenant les variations extrêmes des trimeſtres d'été & d'hiver : mais, en 1773 & 1774, ces variations ſont égales, & en 1775, celles des trimeſtres d'hiver prévalent. On voit enfin 4.° que l'ordre des mois eſt très-oppoſé à celui des mois Thermométriques, & à l'ordre qui a lieu pour l'inclinaiſon. Différences qui démontrent qu'il y a d'autres cauſes que le changement de chaleur, & le magnétiſme de la terre, qui influent ſur ces variations. Voilà ce qui ſuit de mes obſervations.

§. 235. M. Musschenbroek a publié le *maximum* & le *minimum* des déclinaiſons qu'il a obſervées, à Utrecht, en 1729, 31 & 32, & cela, chaque jour à midi *(v)*. J'ai comparé ces obſervations (Table 38), & j'ai trouvé, 1.° Qu'il y a dans l'ordre des mois encore plus d'aberrations de la loi des ſaiſons, qu'il n'y en a dans mes obſervations. 2.° Qu'en prenant les termes moyens des trimeſtres, la ſomme des trimeſtres d'été eſt plus grande que celle des trimeſtres d'hiver en 1729 & 1731, mais plus petite en 1732. Sur quoi il faut remarquer que M. Musschenbroek n'a pas ſéparé les variations irrégulières, & qu'il y a eu beaucoup d'Aurores boréales en Février, Mars, Octobre & Novembre 1772. Enfin, en prenant les variations extrêmes des trimeſtres, la ſomme des trimeſtres d'été eſt plus grande que celle de ceux d'hiver en 1729, mais plus petite en 1731 & 1732. §. 235. Obſervations de M. *Muſſchenbroek.*

Les loix que j'ai déduites de mes obſervations, ne s'accordent

(v) Les Obſervations de 1729 & 1731, ſe trouvent dans les *Philoſ. Tranſ.* n.° 425; celles de 1732, dans un Recueil Hollandois, intitulé : *Uitgeleezo Natuurkundige Verhandelingen*, Tome I. Depuis ce temps, M. *Muſſchenbroek* n'a rien publié ſur ce ſujet : on ne trouve que les *maxima* & les *minima* des années 1734, 1735, 1736, dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, pour ces années; mais il paroît que M. *Muſſchenbroek* envoyoit ſes Obſervations en détail à M. *Du Fay*. Je n'ai trouvé nulle part celles de 1730 & 1733.

donc pas avec les résultats des observations de M. MUSSCHENBROEK, soit que ces loix n'aient réellement pas eu lieu à Utrecht, soit que ces différences proviennent des causes que j'ai indiquées. Ce qu'il y a de constant dans les deux endroits, c'est que l'ordre des mois pour les variations d'inclinaison, a beaucoup différé de l'ordre des mois pour celles de déclinaison.

§. 235*. Observations de M. *Duin*.

§. 235. Les observations de M. DUIN que je posséde, comme je l'ai dit, en MSS., me mettent en état de faire voir ce qui a lieu à Haarlem de 1735 à 1742. Voilà la Table des variations extrêmes pour chaque mois.

	1735	1736	1737	1738	1739	1740	1741	1742	Moyen.
Janvier..			17	2	49	18	40	30	
Février..			20		30	16	30	16	
Mars....	95		42		24	30	28	16	
Avril....			24	22	22	35	28	30	
Mai.....			38	38	13	54	80	28	
Juin.....			40	44	18	23	30	15	
Juillet...			25	13	30	24	38	15	
Août....	30		48	25	16	26	20	18	
Septemb.	35			16	12	36	26	18	
Octobre .	44	9		64	14	43	14	32	
Novemb.	18	22		9	18	34	16	12	
Décemb.		14		30	32	20	16	21	
I. Trim...			26		34	21	33	21	
II. Trim..			34	35	18	37	46	24	
III. Trim.				18	29	29	28	15	
IV Trim.		15		34	21	32	15	22	
I IV. Tr..					27	26	24	21	24.5
II. III. Tr.				26	23	33	37	20	28

On ne s'apperçoit pas ici de la loi des saisons, même dans les termes moyens, aussi distinctement que dans mes observations: mais on doit remarquer que je n'ai pu séparer ici les déclinaisons irrégulières. Cependant la loi des saisons a encore lieu en prenant les termes moyens pour toutes les années.

§. 236. J'ai consulté enfin les observations faites en 1765, 66, 67, 68, (Table 40): & j'en ai déduit les mêmes conclusions, que des observations de M. MUSSCHENBROEK. 1.° L'ordre des mois est irrégulier: 2.° La variation moyenne d'été surpasse celle d'hiver en 1765 & 1766: elle lui a été égale en 1768, & plus petite en 1767. Enfin la variation extrême y a été plus grande en été qu'en hiver en 1765, 1766, 1767, 1774, & plus petites en 1768 & 1775. §. 236. Observations de M. *Engelman.*

Cette variation n'est donc pas si régulièrement d'accord avec les saisons que le sont les précédentes, quoiqu'elles paroissent cependant y avoir beaucoup d'influence.

§. 237. Examinons enfin les déclinaisons moyennes qui ont lieu pour chaque mois Table 1, 2, 3 & 36, colonne VI. & VII. §. 237. Déclinaisons moyennes.

Nous avons déjà fait voir, ci-dessus, qu'il n'y avoit aucune régularité dans les déclinaisons moyennes diurnes: il n'y en a guères plus dans les déclinaisons moyennes pour chaque mois.

Il est d'abord évident que la déclinaison moyenne même n'augmente & ne diminue pas uniformément, mais qu'elle éprouve des sauts dans sa marche. Voici ce qui a eu lieu.

Elle a diminué de Janvier jusqu'en Avril 1771;
Augmenté en Avril;
Diminué d'Avril jusqu'en Septembre;
Augmenté de Septembre jusqu'en Décembre;
Resté stationnaire de Décembre 1771, jusqu'en Février 1772;
Diminué de Février jusqu'en Septembre 1772;
Augmenté en Décembre 1772, & Janvier 1773;
Diminué en Février;
Augmenté en Mars;
Diminué en Avril & en Mai;

Elle a augmenté en Juin;
Diminué en Juillet;
Augmenté en Août, Septembre, Octobre;
Diminué en Novembre;
Augmenté en Décembre 1773, Janvier & Février 1774;
Diminué en Mars;
Augmenté en Avril;
Diminué en Mai & Juin;
Augmenté de Juin en Octobre;
Diminué d'Octobre 1774, jusqu'en Août 1775;
Augmenté en Août 1775;
Diminué en Septembre & Octobre;
Augmenté en Novembre & Décembre.

Le mouvement n'est donc rien moins qu'uniforme.

§. 238. Déclinaisons moy. & extr. pour les sem.

§. 238. On ne trouve guères plus de régularité, en prenant les déclinaisons moyennes pour les trimestres : ce n'est qu'en les prenant pour les semestres que j'ai trouvé un progrès constant pour les trois premières années : mais il s'est évanoui dans les suivantes. En voici la Table.

		Déclinais.	Différ.
1771	I. Semestre. . . .	19° 35′	
	II. Semestre. . . .	48	+ 13′
1772	I. Sem.	47	— 1
	II. Sem.	37	— 10
1773	I. Sem.	18° 30	— 67
	II. Sem.	21	— 9
1774	I. Sem.	31	+ 10
	II. Sem.	40	+ 9
1775	I. Sem.	17° 27	— 73
	II. Sem.	12	— 15

On voit donc que la déclinaiſon a conſtamment décru pendant deux ans & demi, pour augmenter enſuite pendant un an; diminuer enſuite encore: actuellement elle paroît augmenter un peu.

On ne peut donc guères ſuppoſer que la déclinaiſon primitive agiſſe toujours en même ſens; &, quand on le ſuppoſeroit, il reſteroit toujours certain que ſon mouvement ne ſeroit pas régulier, puiſque les différences vont tantôt en croiſſant, & tantôt en décroiſſant.

La déclinaiſon moyenne, priſe pour les ſemeſtres, a donc diminué ici de 2° 36′ en deux ans & demi: & ſi l'on prend la différence entre le *maximum* & le *minimum* pour ces cinq années, on aura, ...

Maximum = 20° 15′, le 20 Mars 1772, à 2 & 3 h.
Minimum = 16° 50′, le 19 Octobre 1775, à 7 h. du ſoir.
Différence = 3° 25′

Si l'on prend les mouvemens irréguliers, on aura ......

Maximum = 20° 56′, le 21 Juin 1772, à 11 h. du ſoir Aur. bor.
Minimum = 14° 52′, le 18 Juillet 1773, à $\frac{1}{2}$ h. Aurore bor.
Différence = 6° 4′, pour le plus grand eſpace que j'aie vu parcourir à l'Aiguille en cinq années, & même en deux.

§. 239. On voit, par les Tables pour 1772 & 1773, que l'ordre des mois ne s'accorde pas avec celui qui a lieu pour les inclinaiſons. Voici les inclinaiſons moyennes qui ont eu lieu pour les trimeſtres. §. 239. Rapport de la déclinaiſon à l'inclinaiſon.

	1772.		1773.
I. Trim.	69° + 6·65′	I. Trim.	69° + 49·76
II.	+ 24·8	II.	+ 59·26
III.	+ 8·1	III.	+ 46·16
IV.	+ 44·42	IV.	71° + 2
I. Semeſt. ..	69° + 15·72′	I. Semeſt. ..	69° + 54·6′
II.	+ 26·26	II.	70° + 24·8′

De sorte que l'inclinaison a presque toujours crû, à chaque trimestre, & qu'en général, elle a beaucoup augmenté pendant ces deux années.

Je remarquerai enfin que la différence entre les déclinaisons moyennes de deux mois consécutifs peut aller à 32 ou 33′, comme cela a eu lieu en Mai Juin 1772 & en Septembre Octobre 1774: & que la différence entre le *maximum* & le *minimum* peut aller à 1° 55′ en un an, comme cela a eu lieu en 1774, & à un 1° 20′ en un mois, comme en Octobre 1774.

§. 240. Observations de M. Engelman.

§. 240. Ce que j'ai dit du peu d'uniformité qu'il y a dans le changement de déclinaison, se confirme par les observations de *Sparendam*, faites depuis 1765. Voici ce qui y a eu lieu.

		Déclinaison.	Différ.
1765	I. Sem. . . .	19° + 56·4′	+ 6·3′
	II. Sem. . . .	+ 59·7	+ 6·3
1766	I. Sem. . . .	20° + 6	+ 6·3
	II. Sem. . . .	+ 26	+ 20
1767	I. Sem. . . .	+ 5·5	− 20·5
	II. Sem. . . .	+ 8.9	+ 3·4
1768	I. Sem. . . .	+ 6·4	− 2·5
	II. Sem. . . .	+ 8·6	+ 2·2
1769	I. Sem. . . .	+ 5·8	− 2·8
	II. Sem. . . .	+ 1·6	− 4·2
1770	I. Sem. . . .	19° + 58·3	− 3·3
1771	I. Sem. . . .	20° + 5·9	+ 7·6
	II. Sem. . . .	19° + 49·6	− 16·3
1772	I. Sem. . . .	+ 35·1	− 14·5
	II. Sem. . . .	+ 29·1	− 6
1774	I. Sem. . . .	20° + 15	+ 45·9
	II. Sem. . . .	+ 42·65	+ 27·65
1775	I. Sem. . . .	21° + 14	+ 31·35
	II. Sem. . . .	+ 36·3	+ 22·3

Le progrès y est donc très-irrégulier.

Voici enfin le plus grand eſpace que l'Aiguille ait parcouru en 10 ans.

Maximum .. 22° 50′, le 10 Octobre 1775 à 10 h. du ſoir.
Minimum... 17° 20′, le 7 Juin 1774, à 6, 7, 8 h. du ſoir.
Différence... 5° 30′

Cet eſpace parcouru eſt très-conſidérable; car il l'a été en un an & quatre mois. Il ſemble que l'Aiguille ait eu des variations beaucoup plus grandes dans ces deux dernières années; car, de 1762 en 1773, on a eu ....

Maximum .. = 20° 18′ en Février 1768.
Minimum... = 19° 25′ en Septembre 1768.
Différence... = 53′

§. 241. Les obſervations que M. Duin a faites à Haarlem confirment la même choſe, comme on le voit, §. 238. Mais le progrès y eſt encore plus irrégulier, en ce qu'on ne remarque rien de conſtant dans les années mêmes. Ces déclinaiſons ſont les termes moyens obſervés à midi. Or, dans ce petit nombre d'années, le changement de déclinaiſon s'eſt monté à 1° 28′ en 1741 : & la plus grande différence a été de 3° 15′; car on a eu .... §. 241. Obſervations de M. *Duin*.

Maximum .. = 16° 10′, le 14 Mai 1741.
Minimum... = 12° 55′, le 4 Mars 1735.
Variation..... = 3° 15′

§. 242. M. Musschenbroek n'ayant publié que le *maximum* & le *minimum* des déclinaiſons qu'il a obſervées chaque mois à Utrecht, je ne puis faire uſage que des termes moyens arithmétiques. Ils diffèrent ordinairement des moyens vrais, quelquefois de 12′. Voici ce qui réſulte des obſervations de M. Musschenbroek. §. 242. Obſervations de M. *Muſſchenbroek*.

		Déclin.	Differ.
1729	I. Sem....	13° 6′ +	6′
	II. Sem....	13° 12′ +	6′
1731	I. Sem....	14° 59′ +	1° 47′
	II. Sem....	14° 51′ −	8′
1735	I. Sem....	13° 38′ −	1° 13′
	II. Sem....	13° 30½′ −	7½′

Pour les années entières, on a ....

	Déclinaison.	Differ.
1729, déclinaison,	13° + 9′ −	1° 46′
1731	14° + 55′ −	46′
1732	13° + 34′ −	21′
1734	13° + 27½′ −	6½′
1735	13° + 47½′ +	20′
1736	13° + 7½′ −	40′

Où l'on apperçoit beaucoup d'irrégularités. Il est vrai qu'il y a moins de fonds à faire sur ces Observations que sur les précédentes, dont je possède les Journaux détaillés.

§. 243. Conséquences.

§. 243. Il est donc certain, 1.° Que les augmentations & les diminutions des déclinaisons les plus générales, celles qui se font d'année en année, n'ont pas lieu constamment: mais que la déclinaison, même moyenne pour une année entière, augmente tantôt, & diminue tantôt. 2.° Que même dans le temps où le mouvement se fait pendant quelques années en même sens, il n'est pas uniforme, puisque les différences sont tantôt grandes & tantôt petites. D'où il résulte, que si ces causes dépendent en *entier* d'une cause générale, du noyau magnétique terrestre, il faut que ce noyau éprouve continuellement des changemens de force dans ses différentes parties, ou des balancemens dans sa position (§. 206. *seq.*) ou que l'action de cette cause générale soit modifiée par beaucoup de causes étrangères différentes en différens lieux.

§. 244. Résultat de trois Aiguilles

§. 244. Cette derniere alternative me paroît la plus probable: je renvoie à ce que j'en ai dit (Chapitre IV), & à ce qui

qui sera discuté dans le Chapitre v. Je me contenterai d'ajouter ici, que si ces changemens étoient dûs *en entier* à la cause cosmique, il ne se pourroit pas que la déclinaison moyenne augmentât pour une Aiguille, & diminuât, en même-temps, pour d'autres placées à côté de la premiere. Or nous avons déjà vu ci-dessus (§. 237), que cela a lieu pour la déclinaison moyenne diurne : & la Table suivante fait voir que cela a encore lieu pour les déclinaisons moyennes de chaque mois. Les nombres indiquent, en minutes, les grandeurs de ce changement. observées à-la-fois.

1775.	N.° A.	N.° IV.
Avril-Mai	− 11	− 4
Mai-Juin	− 4	− 14
Juin-Juillet	− 4	− 18
Juillet-Août	+ 6	− ½
Août-Septembre	− 4	− 1
Septembre-Octobre	− 2	+ 3
Octobre-Novembre	+ 7	+ 5
Novembre-Décembre	+ 3	+ 9
Décembre-Janvier	+ 1	+ 3

1776.	N.° A.	N.° IV.	N.° VI.
Janvier-Février	+ 2	+ 3	− ½
Février-Mars	− 6	+ 10	+ 11

On voit donc que les différences sont quelquefois assez considérables, & qu'il y a beaucoup plus d'accord entre les nouvelles Aiguilles, qu'entre le n.° A & le n.° 4, ou le n.° A & le n.° VI. Tout nous ramène donc toujours à la même conclusion; savoir, que les changemens dépendent en partie des Aiguilles mêmes : je renvoie à ce que j'en ai dit, Chap. VII, & Chap. IX, & Partie I, Chap. XIX, §. 389. *seq.*

CHAPITRE IV.

Des Variations causées par l'Aurore boréale : jusqu'où elles sont régulières.

§. 245. Remarques générales sur l'effet de l'Aurore boréale.

§. 245. On sait que l'Aiguille s'agite considérablement quand l'Aur. bor. paroît, & même quelque temps avant & après l'apparition de ce phénomène : mais il en est de cette variation, comme de toutes les autres de l'aimant ; elle n'est pas constante : elle a lieu à *Torneå* : mais MM. Mallet & Pictet n'ont pu l'observer à *Ponoi* & à *Umba* en 1769 : elle est considérable à Stockolm & à Upsal : mais elle n'a pas lieu à Pétersbourg. M. Beguelin n'observa pas la moindre variation à Berlin pendant la fameuse Aur. bor. du 18 Janvier 1770 (w), qui agita l'Aiguille si fortement à *Tyrnaw* en Hongrie (*x*) & à Jena (*y*). On a quelquefois observé de ces irrégularités à Sparendam, & elles ont été très-sensibles à Londres en 1759. On s'en est apperçu aussi en d'autres endroits de l'Angleterre, comme en 1750 à *Wels*, ville de la Province de Norfolk (*z*). Je ne connois pour la France que les observations du P. Cotte. Cet excellent Observateur paroît avoir vu, lui-même, quelques agitations irrégulieres de l'Aiguille (*a*). Il n'en remarqua cependant aucune les 19 & 20 Février, le 3 Mars 1771 : le 11 Septembre & 20 d'Octobre 1773, jours où j'ai observé ici les mêmes Aurores boréales, avec des fortes agitations. Nous parlerons, ci-après, d'une

(*w*) Nouv. Mém. de Berlin, *Tome I*, p. 93.

(*x*) Journal des Savans, *1770*, Juillet, Septembre, *p. 46 de la réimpression.*

(*y*) *Wideburg, Beobachtungen oz Norligt.*

(*z*) *Phil. Transf.* Vol. XLVI, *p. 502.*

(*a*) Journal des Savans, *1769*, Mars, *in-4°*

observation de M. DUHAMEL. M. KALM ne remarqua aucune variation à Philadelphie, dans une Aiguille qu'il observa avec soin pendant l'Aurore boréale du 16 de Février 1750, laquelle agita puissamment l'Aiguille à Stockolm (*b*).

§. 246. Il paroît donc, en général, que cette agitation de l'Aiguille n'a pas lieu par-tout; peut-être cependant faudroit-il des observations continuées avec soin pendant bien du temps, pour former quelques conclusions certaines là-dessus. Car, 1.° il est certain que cet effet n'a pas toujours lieu également dans le même endroit: depuis le premier Janvier 1771 jusqu'au 4 d'Avril 1774, j'ai vu 60 Aurores boréales bien déterminées: or il est arrivé 13 fois, savoir les 4 & 9 Octobre; 12 Novemb. 1771, 6 Février, 5 & 28 Mars, 29 Avril, 27 Septembre, 23 & 30 Octobre 1772; le 12, 23 Mars, & 7 Octobre 1773, que l'Aiguille n'a pas souffert le moindre changement. Je passe sous silence quelques autres jours d'Aurore boréale, où l'agitation de l'Aiguille a été très-petite, tandis que d'autres fois j'ai vu des variations de plus de 2°, de 3°, & même de 4°. §. 246. Conséquences.

2.° J'ai vu plus d'une fois, & sur-tout le 2 de Mars 1772, que l'Aiguille restoit tranquille pendant toute la durée du Météore, & ne recommençoit à s'agiter que vers la fin du phénomène, ou quand il étoit déjà évanoui. Je l'ai quelquefois vu s'agiter alors beaucoup, ce qui prouve qu'il peut y avoir des cas où le temps auquel on observe l'Aiguille, n'est rien moins qu'indifférent.

3.° Enfin, depuis que j'observe mes trois Aiguilles, j'ai vu que quand même elles s'agitoient toutes trois, leurs variations étoient quelquefois fort inégales. Par exemple, le 28 de Mars 1776, l'Aiguille, n.° A, ne parcourut que 41′, & l'Aiguille, n.° 4, en parcourut 70′.

(*b*) Histoire de l'Aurore Boréale, par M. *Wargentin*, insérée dans les Mémoires de Suède, *pour 1753*.

Il n'y a donc rien de régulier dans tout ceci : je n'ai aussi rien pu remarquer de tel dans le mouvement de l'Aiguille, avec quelque soin que j'aie examiné plusieurs centaines d'observations. On dit cependant que M. Hellant a trouvé quelques loix de la variation magnétique pendant l'Aurore boréale. Mais ce que ce Physicien a fait là-dessus, n'est pas parvenu à ma connoissance. Et, comme les observations de MM. Hiorter, Wargentin, Canton, & les miennes propres, ne donnent qu'irrégularités, je crois ne devoir entrer dans aucun détail là-dessus. Je ferai cependant observer qu'il est essentiel, pour bien connoître les mouvemens diurnes, d'avoir égard à ces effets de l'Aurore boréale. Car on a déjà vu, ci-dessus, (§. 102 *seq.*) que les mouvemens, n.[os] 5, 6, 7, sont très-souvent précédés, accompagnés ou suivis d'Aur. bor. J'ai aussi souvent remarqué qu'il y a quelqu'Aurore boréale en chemin, quand le *maximum* tombe à 5 ou 6 h. du soir.

§. 247. Nouvelle déc. sur l'effet de l'Aurore bor. sur l'Aiguille.

§. 247. Ces raisons m'engagent à dire, que je crois avoir découvert un autre effet de l'Aur. bor. qui est plus constant, & assez régulier : c'est qu'ordinairement la déclinaison moyenne augmente beaucoup à l'approche de l'A. B. quand même l'Aiguille ne souffre pas la moindre irrégularité dans son mouvement, ou quand même, si elle en souffre, on omet les jours où cette irrégularité a lieu depuis que cette augmentation ou diminution m'est connue; elle m'a souvent servi à prédire des Aur. bor. & j'ai rarement été trompé. Je crois devoir mettre cet effet parmi les réguliers : 1.° parce qu'il a lieu assez constamment : 2.° parce que le changement se fait souvent par degrés, quelques jours d'avance. Les Tables 22 & suivantes, & 37 contiennent les déclinaisons diurnes moyennes pour 3 ans & 3 mois. Je m'en tiendrai uniquement à ces observations, tant parce que le même effet a eu lieu les années suivantes, que parce que je me verrois borné aux seules observations d'Aurore boréale que j'ai pu faire moi-même, & à un très-petit nombre d'autres : au-lieu que pour les trois années précédentes j'ai pu faire usage des observations faites à Montmorenci, à Berlin, & à Petersbourg.

§. 248. Je crois qu'il ſera néceſſaire d'avertir, 1.° Que quand je dis que la déclinaiſon eſt beaucoup augmentée ou diminuée, j'entends relativement à la différence diurne moyenne de ces déclinaiſons. 2.° Que j'ai ſouvent mis dans mon Journal ſoupçon d'Aurore boréale, ſoit que le Ciel fût couvert; ſoit qu'il y eût dans l'air une certaine pâleur, ou au Nord une certaine clarté, ou un crépuſcule plus long & plus fort qu'à l'ordinaire; ſignes qu'un long uſage nous fait ſuffiſamment connoître, & qui ont été très-bien développées par M. MAIRAN. Mes ſoupçons ont été changés plus d'une fois en certitude. §. 248. Remarques.

Enfin je crois devoir auſſi faire attention à la lumiere Zodiacale. Je ne m'étendrai pas ſur l'idée de M. MAIRAN, que l'Aurore boréale n'eſt qu'un effet de cette lumiere : mais je dirai un mot de ſon apparition ſimultanée avec l'Aur. bor. les obſervations du P. COTTE ſuppléeront à celles que je n'ai pu faire ſur ce ſujet. Le 19 Février 1771, on vit une L. Z. avec une A. B. à Berlin & à Montmorenci : je ne m'apperçus ici que d'une A. B. aſſez forte. Le 12 Avril, on vit une L. Z. à Montmorenci : à Berlin une A. B. Le 6 Mars 1772, on vit à Montmorenci une L. Z. & une A. B. Les 12, 13, 23 Mars 1773 le P. COTTE ne vit qu'une L. Z. Je vis ici des A. B., & le 26 le P. COTTE vit la L. Z. ſuivie d'une A. B. tranquille : je vis ici une très-forte A. B. Le 14 Mars 1774, je vis une A. B., il y eut une L. Z. au Havre-de-Grâce. Le 12 Avril, L. Z. à Montmorenci, ici, A. B. Je ne m'étendrai pas ſur les obſervations recueillies par M. MAIRAN. J'ajouterai ſeulement que le P. COTTE a marqué un effet bien ſenſible de cette lumiere en Mars 1773. C'eſt que depuis le 12, jour qu'elle commença à paroître, la déclinaiſon augmenta.

Voici maintenant le réſultat de mes obſervations.

1771.

§. 249. *Janvier.* A. B. le 6, 15, 18, 20, 26 : aſſez grands changemens, le 3, 6, 11, 14, 17, 18, 28, 29, 30. §. 249. Preuves pour 1771.

Février. A. B. Les 7, 8, 9, 10, 15, 18, 19, 20, 21: grands changemens les 6, 9, 10, 14, 18, 19, 20, 21, 22.

Mars. A. B. Les 1, 13, 14, 15, 16, 17, 23: grands changemens les 5, 10, 11, 13, 14, 15, 22, 27, 28, 31.

Avril. A. B. Les 2, 4, 5: 15, 12. Lumiere Zodiacale à Montmorenci les 2, 3, 4, 6, 7: tous ces jours, variations diurnes très-réglées, mais cependant grands changemens les 2, 7, 8, 12, 15, 28.

Mai. A. B. les 2, 3, 6, 7, 8, 12, 13. Soupçon le 28. Jusqu'au 12 variations régulières: mais changemens considérables les 3, 4, 5, 10: le 12, agitation irrégulière pendant l'A. B. Le 13, entre 8 & 11 h. du matin, agitation irrégulière de 2°. Les jours suivans, variations diurnes régulières: grands changemens, les 15, 16, 17, ainsi que le 28 & le 30: mais variations régulières.

Juin. A. B. le 2; du 2 au 5, grand changement, ainsi que quelques autres jours du mois.

Juillet. A. B. le 12; variation régulière. Le 9, 11, 12, 13, grand changement.

Août. A. B. le 1, 3, 12, 29: soupçons le 8 & 30. Le 3, variation petite & régulière: le 8 régulière, ainsi que les autres jours: mais le 29 irrégulière pendant le phénomène: grands changemens les 2, 26, 27, 30.

Septembre. A. B. le 1, 6, 11, 20, 29. Le 1, mouvement à l'O., le 5, à l'E.: les autres jours réguliers, mais grands les 6, 7, 12, 29: grands changemens les 2, 5, 8, 9, 13, 14 (*c*).

(*c*) On trouve, dans l'*Histoire de l'Académie*, pour 1771, que M. *Du Hamel* a observé, le 6 Septembre 1771, une assez grande variation dans l'Aiguille; elle n'a pas changé sensiblement, à Montmorenci, du 5 au 6, & seulement

Octobre. A. B. les 4, 5, 6, 8, 9 : soupçons les 11 & 18 : les 4, 5, 6, 9, 11, 18 variations diurnes régulières : les 6, 7, 8, 18, 20, grands changemens.

Novembre. A. B. les 12, 13, 14, 18 : le 9, agitation irrégulière, le soir, pendant la durée du phénomène. Le 12, 14, 18, variation régulière. Grand changement le 30 d'Octobre : assez grands les 1, 5, 9, 15, 19, 23 Novembre.

Décembre. A. B. les 1, 3, 5, 31 : soupçons le 24 : le 5, agitation irrégulière pendant le phénomène. Le 25, petite irrégularité : grands changemens les 5, 6, 7, 9, 21, 24, 25.

1772.

§. 210. *Janvier.* A. B. les 1, 3, 6, 7 : variation réguliere ; grands changemens les 12, 14, 24, du 30 au 31, & du 31 Janvier au 1 de Février. §. 250. Preuves pour 1772.

Février. A. B. les 6, 7, 10, 28, 29 : le 6, l'Aiguille a été un peu agitée : grands changemens du 4 au 8, & le 17.

Mars. A. B. le 2, 5, 6, 10, 22, 24, 28, 30 : Lumiere Zodiacale ; le 6, à Montmorenci grands changemens du 4 au 8, & le 17.

Avril. A. B. le 3, 11, 20, 25, 29 : le 3, agitation durant le phénomène ; grands changemens les 4, 6, 7, 12, 15, 19, 27.

Mai. Aurore bor. le 8, à Amsterdam ; je ne m'en suis pas

---

de 10′ du 6 au 7 (voyez *Traité de Météor.* p. 562) ; l'Aiguille a eu, le même jour, chez moi, une variation plus grande qu'à l'ordinaire : la variation diurne moyenne, a été de 9′, pour ce mois ; mais le 6, elle a été de 15′, & régulière : la déclinaison a beaucoup changé dans la soirée, & on a eu, ce jour, le *minimum* du mois : pendant la nuit, la déclinaison a changé de 11′ ; ce qui a été la plus grande variation nocturne du mois : le lendemain, l'Aiguille s'est mûe vers l'E. de 23′ ; mais la déclinaison étoit la même de 5 à 10 h. du soir, & le 6, à 6 h. du matin. Peut-être n'y a-t-il pas eu de variation nocturne.

apperçus ici. Variation régulière ; grands changemens les 8, 10, 30.

Juin. A. B. le 21 : soupçon le 15. Le 21, agitation très-grande & irrégulière, depuis une heure après-midi : changement considérable du 16 au 17, du 19 au 20, du 21 au 22, du 22 au 23, & diminution très-considérable depuis le 20. De toute l'année la déclinaison n'est pas revenue au même point.

Juillet. Soupçon d'A. B. les 18, 25, 27. Ciel presque couvert. Le 18 mouvement horaire assez régulier : c'étoit n.° 4 : le 25 mouvement irrégulier tout le jour, ainsi que le soir du 27. J'ajouterai encore, que les 8, 9, 10, l'Aiguille fut très-irrégulière : les variations diurnes étoient de plus d'un degré. Le 8 & le 18, Ciel couvert. Le 9, à moitié couvert. Grand changement du 10 au 11 : le 13, 14, 20, 22, 25, 26. Après le 25, la déclinaison diminua beaucoup, & ne revint pas d'un mois au même point.

Août. Le 31 A. B. Ciel couvert ici, avec tonnerre : variation régulière. Les 27, 28, grand changement. Le 2 de Septembre, agitation irrégulière tout le jour.

Septembre. A. B. les 17, 20, 24, 25, 27. Le 25, variation irrégulière : grands changemens les 2, 9, 18, 11, 26, 29.

Octobre. A. B. le 2, 16, 20, 23, 24, 26, 30. Agitation irrégulière le 2 & le 16 : il y eut de plus une agitation irrégulière depuis le soir du 27 jusqu'au 29 par un Ciel couvert. La variation alla le 27 à 1° 26′ : mais il y a eu une A. B. le 26 à Montmorenci *(d)*, & le 27 à Lunéo en Italie (*e*). Grands chan-

(*d*) C'est ce qui paroit par la récapitulation des Observations de 1772, où il est dit que l'Aurore boréale parut trois fois en Octobre ; mais les Observations de Sept. & d'Oct. ont été omises dans le *Journal des Savans.*

(*e*) Journal des Savans, *Mai 1773.*

gemens

gemens les 1, 2, 3, 4, 13, 14, 17, 18, 26, 27, 28, 29, 30. La déclinaison a considérablement diminué depuis le 30, & n'est plus revenue au même point de toute l'année.

Novembre. A. B. les 15, 21, 24, 27; soupçons le 13, 22, 25. Variations un peu irrégulières le 25. Grand changement les 2, 10 & 30.

Décembre. A. B. le 18 & 19: grand changement les 9, 10, 19 & 20.

1773.

§. 251. *Janvier.* A. B. les 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 28, 30. Lumière Zodiacale les 18 & 19 à Berlin. L'Aiguille a été irrégulièrement agitée depuis le soir du 17 jusqu'au 20. Le 28, elle alla tout le jour à l'E.: grand changement les 16, 17, 18, 19, 20, 11, 28, 29; sur-tout le 28. §. 251. Preuves pour 1773.

Février. A. B. les 1, 18, 20, 21, 22: le 2, le mouvement fut assez grand dans la soirée, & le soir du 17 il y eut un mouvement irrégulier. Grand changement les 3, 11, 23.

Mars. A. B. les 12, 13, 14, 16, 21, 23, 26, 28, 29, 30. Soupçon le 24. L. Z. les 11, 12, 14, 18, 19, 22, 23, 24, 25, 26. A l'exception du 26, il n'y eut presque pas d'agitation irrégulière ici: cependant, grand changement les 10, 14, 15, 25, 26, 27, 28, 29.

Avril. A. B. les 12, 17, 18, 13, 24, 27; l'Aiguille fut agitée chez moi le 27 au soir, mais nullement irrégulière. Seulement se mût-elle vers l'E., beaucoup & rapidement. La déclinaison resta beaucoup diminuée & ne revint à son premier point que le soir du 18, & même elle ne revint pas de toute l'année au point où elle étoit le 4. Grands changemens les 4, 13, 15, 16, 17, 18, 26, 27, 30.

Mai. A. B. les 13, 17, 18, 19: soupçon le 20. Assez grand changement les 12, 14, 20, 24.

Juin. A. B. le 25; soupçons les 7, 27, 29. Le 29, agitation

irrégulière. Je n'ai pas eu de mois où les agitations aient été si fréquemment irrégulière. Elles ont sur-tout été les 7, 8, 9, 10, 13, 29, 30. Tous ces jours furent couverts le soir. Grands changemens les 6, 7, 8, 9, 10, 11, 15, 20, 21, 26, 29, 30.

Juillet. Soupçon d'A. B. le 16 : grande A. B. le 17, qui agita l'Aiguille irrégulièrement de 4°, la plus grande agitation qu'on ait vu ici : elle eut encore lieu le 18, & le matin du 19. Le 25, Aur. bor. qui fit mouvoir l'Aiguille rapidement vers l'Est, sans grande irrégularité : agitation irrégulière le 28. On voit au bas de la Table 28, combien la déclinaison changea ce jour-là; mais il y eut peu de changement les jours précédens. Après le 26, la déclinaison diminua beaucoup.

Août. A. B. le 15, à Pétersbourg, & à *Wyk*, ville de la Province d'Utrecht. Variation régulière : grand changement du 13 au 14 : assez grand du 14 au 15; grand du 17 au 18.

Septembre. A. B. les 10, 11, 12, 15, 17 : soupçon le 22. Tous ces jours, ainsi que le 23 & le 25, l'Aiguille fut agitée irrégulièrement. Le 25 fut le seul jour serein, mais je ne m'apperçus pas d'A. B. Le 27, l'agitation fut de 2° 7′ en peu de minutes : on voit, dans la Table, le changement de déclinaison moyenne : ils furent annoncés par un assez grand changement le 9 & le 10, & suivis le 17, le 30, & le 1 d'Octobre par un changement pareil. La déclinaison a augmenté le 29 & le 30.

Octobre. A. B. les 7, 9, 12, 19, 20, 21, 27, 28 : soupçons les 13, 16 : le 7, l'Aiguille ne fit que se mouvoir vers l'E. Les 12, 19, 20, 21, il y eut quelques irrégularités assez grandes : le 13, mouvement régulier : grand changement les 6, 7, 9, 10, sans parler de ceux qui survinrent les jours mêmes d'Aurore boréale.

Novembre. A. B. les 7, 8, 15, 16, 18. Soupçons les 4 & 11. Il y eut quelques irrégularités les 1, 5, 11, 17 : mais non les 4, 8, 14 : grands changemens les 2, 3, 5, 6, 8, 12, 14, 17, 20.

Décembre. A. B. les 3, 8, 13, 14, 15 : le 15, l'Aiguille fut agitée un peu irrégulièrement. Grands changemens les 4, 9, 11, 12, 13, 14.

1774.

§. 252. *Janvier.* A. B. le 10 & le 11 : ſoupçons les 4, 5, 9 : le 10 & le 11, l'Aiguille fut agitée pendant la durée du Météore. Point de variation irrégulière les 4, 8, 9 : grand changement, en augmentant, les 3, 4, 5 : en diminuant les 10 & 11 : depuis le 9 la déclinaiſon moyenne a augmenté. . . . .

§. 252. Preuves pour 1774.

Février. A. B. le 19 : le 16, 17, 18, 24, grands changemens.

Mars. A. B. les 2, 3, 13, 14, 15, 17, 18, 20, 26, 31. Lumière Zodiacale le 14 & le 15. L'Aiguille fut fort agitée les 2, 3, 14, 20, 22, 24 : toute la journée du 27, & le 31. Grands changemens les 4, 12, 13, 14, 18, 21, 22, 23, 24, 27, 29, 30. Tantôt en croiſant, tantôt en décroiſant.

Avril. A. B. les 4, 12, 13 : ſoupçons les 8, 9, 16. Lumière Zodiacale les 2, 3, 7, 8, 10, 12, à Montmorenci. L'Aiguille éprouva une petite irrégularité le 4 : &, le 23, elle varia irrégulièrement de 4'. Ciel couvert ici. Grands changemens les 3, 5, 10, 13, 14, 15, 16, 18, 20 : 21, 23, 24, 26, 27, 29, 30.

Mai. A. B. les 1, 3, 10, 12, 19, 30. Soupçons le 5 & le 9. Grands changemens du 30 Avril au 1 Mai : les 2, 3, 9, 12, 16, 17, 26, 28. Le mouvement ne fut irrégulier que le 3 de Mai, que l'Aiguille ſe mut tout le jour vers l'Eſt.

§. 253. Je termine la liſte de ces obſervations : elles me paroiſſent aſſez nombreuſes. J'ai voulu voir, par quelques eſſais, ſi le même Phenomène a lieu à Sparendam : voici ce que j'ai trouvé pour les grandeurs des variations des déclinaiſons moyennes diurnes.

§. 253. Examen des Obſervat. de Sparendam.

Décembre 1773.

13|14	......	0·33′
14|15	......	8
15|16	......	7
16|17	...... —	1

Janvier 1774.

3| 4	...... —	1·5
4| 5	......	1
5| 6	...... —	5·5
6| 7	......	1
10|11	......	2·25

Mars 1774.

1| 2	...... —	3
2| 3	......	$4\frac{1}{2}$
3| 4	......	2
11|12	......	$3\frac{1}{2}$
14|15	......	5
15|16	...... —	2
16|17	......	4
17|18	......	3
18|19	...... —	13
21|22	......	3
22|23	......	2
23|24	...... —	19
24|26	......	19
28|29	......	2
29|30	...... —	3
30|31	...... —	7

Avril 1774.

1| 2	...... —	0·5′
4| 5	......	1·5
6| 7	......	0·5
8| 9	......	1·5
11|12	......	1·5
12|13	......	0
13|14	......	0·5

Mai 1775.

1| 2	...... —	3
2| 3	......	1
4| 5	......	0
5| 6	......	$0\frac{1}{2}$
6| 7	......	0
9|10	......	1
10|12	......	$2\frac{1}{2}$
25|26	...... —	18
26|27	...... —	10
27|28	...... —	14
28|29	...... —	13
29|30	......	3
30|31	...... —	16
31 à Juin	.... +	26

Au reste, on doit remarquer que souvent je n'ai trouvé, dans les premiers mois de 1774, que cinq ou six observations par jour, & qu'on n'a pas poussé les observations au-delà

de ſix heures du ſoir, dans les mois dont je viens de faire uſage.

§. 254. Il réſulte des obſervations que je viens de rapporter, que l'Aur. bor. a encore ſur l'Aiguille d'autres influences que les irrégularités qu'elle cauſe par ſa préſence, puiſqu'elle augmente ou diminue très-ſouvent la déclinaiſon moyenne quelques jours avant ou après ſon apparition, & que cette augmentation ou diminution reſte ſouvent telle à quelques légers changemens pris pendant un jour ou deux, ou même pendant des ſemaines. Peut-être doit-on attribuer à cette cauſe une grande partie des grands changemens de déclinaiſon moyenne qu'on obſerve; au-moins m'eſt-il arrivé ſouvent d'en voir de pareil, ſans avoir pu obſerver d'Aur. bor. parce que le Ciel étoit couvert: mais qu'enſuite des obſervations faites en d'autres Pays, m'ont appris qu'il y a eu des Aurores boréales ces jours-là, la veille, ou le lendemain. §. 254. Conſéquences.

Cette découverte, indépendamment du nouveau rapport qu'elle indique entre l'Aurore boréale & la vertu magnétique, eſt très-intéreſſante, en ce qu'elle nous fait connoître une nouvelle cauſe du changement de déclinaiſon, qu'on n'avoit pas encore remarquée, & qu'on ne ſauroit attribuer au magnétiſme de la Terre.

J'ai dit, ci-deſſus (§. 204), ce que je penſe de l'explication des effets de l'Aur. bor. ſur le magnétiſme, par l'électricité, & la L. Z. M. Hiorter avoit ſoupçonné que l'Aur. bor. peut influer ſur la force qu'on communique aux barreaux magnétiques. Il ſeroit à ſouhaiter qu'on pût faire des expériences propres à confirmer ce ſoupçon. S'il ſe confirmoit, il s'appliqueroit aiſément aux idées que j'ai propoſés ci-deſſus, & auxquels je renvoie. (§. 209.)

CHAPITRE V.

Des différences qui se trouvent entre les Déclinaisons, observées en différens endroits, même très-voisins. Influence des causes locales.

§. 255. Réflexion préliminaire.

§. 155. Nous avons prouvé, dans les Chapitres précédens; que les variations diurnes, les changemens de déclinaison quelconques, ne sont pas tous dûs au magnétisme de la terre, mais qu'ils dépendent, au-moins en partie, d'autres causes: & l'on a vu que mes recherches aboutissoient toutes à établir, que ces variations & ces changemens dépendent, en partie, des Aiguilles mêmes. Ce n'est pas que je croie qu'il n'y a pas d'autres causes qui y contribuent: nous avons déjà parlé du rôle important que l'Aur. bor. joue dans tout ceci: mais il y a encore d'autres causes qui s'y joignent, & sur-tout la constitution locale. Or il me semble que tout ce qui contribue à modifier puissamment la déclinaison même, ne sauroit manquer d'influer, au-moins en quelque sorte, sur la grandeur & les loix de variations mêmes, & réciproquement. Raisons qui m'engagent à présenter ici quelques réflexions sur ce sujet, pour servir d'appui & de preuves ultérieures à ce qui a été dit dans les Chapitres précédens, & dans le neuvième de la première Section.

§. 256. Comparaison des Observat. d'Utrecht & de Haarlem.

§. 256. Si la déclinaison & ses changemens généraux dépendoient uniquement du magnétisme de la terre, il est évident que ces changemens devroient être à-peu-près les mêmes dans des endroits très-voisins, puisque l'obliquité & les distances du noyau magnétique ne different pas sensiblement dans ce cas: or c'est ce qui n'a nullement lieu, comme je vais le prouver.

Utrecht & Haarlem.

En 1735, M. Musschenbroek observoit la déclinaison à Utrecht : M. Duin l'observoit à *Haarlem*, l'un & l'autre à midi.

La plus grande déclin. fut, à Utrecht, de 15° 20', le 22 de Juin *(f)*.
La plus petite déclin. fut, le 4 Nov. de 12° 20'

Moyen arithmétique . . . . . 13° 47½'

La déclinaison resta plus d'un mois au-delà de 15°.

Mais, à Haarlem, la déclinaison moyenne fut, pour l'année, de 14° 24' : en Novembre, elle étoit de 15° 11' : & par conséquent la plus petite de ce mois n'a pu être de 12° 1' que la plus grande n'ait été de 17° 7'. Malheureusement M. Duin n'a pas fait d'observation en Mai & Juin : mais en Juillet, la déclinaison moyenne a été de 14° 29', & en Avril de 13° 49' : il y a plus, depuis le 12 de Juillet, la déclinaison n'a pas excédé 14° 30', & depuis le 12 de Novembre elle n'a pas excédé 14° 50', ni été au-dessous de 14° 32'. M. Duin n'a pas fait d'observations les premiers jours de Juillet ni de Novembre.

En 1736, le *maximum* a été à Utrecht de 14° en Février : le *minimum* de 12° 15' le 15 de Décembre. A Haarlem, la déclinaison moyenne a été en Décembre de 15° 29' : ainsi, pour que la plus petite eût été de 12° 15' la plus grande auroit dû être de 16° 43'. M. Duin n'a pas fait d'observation en Février ; mais, le 15 de Décembre, la déclinaison étoit à Haarlem de 14° 22', & le *minimum* du mois a été de 15° 10' le 15ᵉ. Il y a donc eu de très-grandes différences entre les déclinaisons observées à Haarlem & à Utrecht en même-tems.

(f) Mém. de l'Acad. *1735*, p. 584.

Amsterdam & Sparendam.

§. 257. §. 287. Ces deux endroits sont très-voisins : ils ne different pas de 3′ en latitude, & de 15′ de degré en longitude. Cependant, le 13 de Juillet 1767, M. COURTENVAUX a trouvé la déclinaison à Amsterdam de 17° 30′ par 7 relevemens du Soleil *(g)*. Le même jour, elle a été à Sparendam de 20° 38′. Je suppose, comme on le doit, les deux observations exactes.

Ces observations me paroissent d'autant plus remarquables, qu'elles ont été faites dans le même-tems, le même jour, & dans un Païs ou il n'y a pas de mines, quoiqu'on y trouve beaucoup d'*Ocre* dans le sable des Dunes.

Rotterdam & Sparendam.

§. 258. §. 258. Ces deux endroits ne diffèrent pas d'un demi-degré en latitude & de 8′ de degrés en longitude. M. COURTENVAUX a trouvé, à Rotterdam, la déclinaison de 19° en Juin 1769, à Sparendam le *maximum* de la déclinaison a été en Juin de 20° 11′ : & le *minimum* de 20° 7′. Il y a donc une différence de plus d'un degré.

La Haie & Sparendam.

§. 259. §. 259. J'ai déjà comparé ces deux endroits, mais uniquement par rapport aux variations diurnes : je parlerai à présent des déclinaisons mêmes. J'ai déjà dit qu'on n'a pas déterminé à La Haye la déclinaison vraie : mais je supposerai, qu'elle a été la même dans les deux endroits, le 6 de Septembre 1775 à 6 h. du matin. Elle étoit alors à Sparendam de 21° 41′ : à La Haye la relative étoit de 18° 20′ : différences de 3° 21′ qu'il faudra ajouter à toutes les déclinaisons observées à La Haye. Sur ce pied, voici ce qui a eu lieu.

(g) Voyage sur la Frégate l'Aurore, &c. *p.* 259.

1775.

1775.	Déclinaiſon moyenne.					Maximum.					Minimum.					Différ. menſt.		
	Sparend.		La Haye.		Diff.	Spar.		La H.		Diff.	Spar.		La H.		Diff.	Sp.	La H.	Diff.
Sept..	21°	40.4	21°	37.8	−2.6	21°	55	21°	51	− 4	21°	15	21°	14	− 1	40′	37	− 3
Oct...		39		30.9	−8.1	22°	50		50	−60		12		1	−11	98′	49	−49
Nov..		37		31.2	−5.8				51	− 9	20°	55		11	+16	65′	40	−25
Déc..		35.4		33	−2.4	21°	43		41	− 2	21°	24		17	− 7	19′	24	+ 9

Différences qui ſont quelquefois très-conſidérables. Par exemple, le 10 d'Octobre à 10 h. du ſoir, la déclinaiſon étoit, à Sparendam, de 22° 50′ & à La Haye de 21° 30′ différence de 80′ : cependant les termes moyens s'accordent aſſez bien.

Sparendam & Franeker.

§. 260. J'ai déjà comparé ces deux endroits eu égard aux variations diurnes, & nous avons vu qu'il y avoit des différences conſidérables. Je vais marquer ici les différences de déclinaiſons moyennes, & l'on verra combien grandes elles ont été. §. 260.

1774.	A Fran.	A Spar.	Diff.	1775.	A Fran.	A Spar.	Diff.
Janv.-Fév..	5.7 O.	2 E.	7.7	Janv.-Fév..	8.5 E.	2.9 O.	11.4
Fév.-Mars.	5.5 E.	10.8 E.	5.3	Fév.-Mars.	6.5 E.	6 O.	12.5
Mars-Avril.	2.3 O.	6.3 E.	4	Mars-Avril.	1.7 E.	6.3 O.	8
Avril-Mai..	2.5 E.	7.1 E.	4.6	Avril-Mai...	10.5 E.	3.4 E.	7.1
Mai-Juin..	0.3 E.	1.8 O.	2.1	Mai-Juin...	3.7 E.	8.7 O.	12.4
Juin-Juillet.	11.3 O.	30.3 O.	19	Juin-Juillet.	4.7 E.	13.4 O.	18.1
Juill.-Août.	28.5 O.	6.1 E.	34.6	Juill.-Août.	6.3 O.	0.6 E.	6.9
Août-Sept..	1 O.	17.4 O.	16.4	Août-Sept..	4.2 E.	2.5 O.	6.7
Sept.-Oct..	33.3 E.	8.2 E.	25.1	Sept.-Oct..	2.5 E.	1.4 E.	1.1
Oct.-Nov..	24.2 E.	16.9 O.	41.1	Oct.-Nov..	7.9 O.	12 E.	19
Nov.-Déc..	52.2 E.	6.6 E.	1.1	Nov.-Déc..	3.9 O.	8.3 O.	4.4
Déc.-Janv..	24.5 E.	15.3 O.	39.8	Déc.-Janv..			

Différences qui ſont quelquefois très-conſidérables, & qui font voir que le progrès même des déclinaiſons eſt très-diffé-

rent ; ce qui paroîtra mieux encore si l'on prend les semestres ; car on a, ...

I. Sem. 1774 à II. Sem. 1774 ; à Fran. 8.7 O. ; à Spar. 27 O. ; différ. 18.3
II. Sem. 1775 à I. Sem. 1775 . . . . 72.5 E. . . . . 31.8 O. 104.3
I. Sem. 1775 à II. Sem. 1775 . . . . 14.9 E. . . . . . . 22 O. 36.9

§. 261. §. 261. Les différences considérables sont assez voir ce qu'on doit attendre des différences des déclinaisons elles-mêmes, observées au même moment. Je remarquerai ce qui a eu lieu au commencement de chaque semestre.

1771.	Spar.	Fran.	Differ.	*Termes moyens.*			
6 Janv.	20° 4′	19° 36′	− 28′	1771.	Sparend.	Franek.	Différ.
1 Juill.	20° 12′	19° 32′	− 40′	I. Sem.	20° 5.9′	19° 35′	− 30.9′
1772.				II. Sem.	19° 46.6′	19° 48.5′	− 0.7′
1 Janv.	19° 34′	20° 1′	+ 27′	1772.			
1 Juill.	19° 40′	19° 14′	− 26′	I. Sem.	19° 35′	19° 49.6′	+ 14.6′
31 Déc.	19° 45′	18° 29′	1° 16′	II. Sem.	19° 49′	18° 38.9′	− 10.1′
1774.				1774.			
3 Janv.	20° 32′	18° 33′	1° 59′	I. Sem.	20° 15.7′	18° 25.9′	− 1° 49.8′
1 Juill.	20° 42′	18° 34′	2° 8′	II. Sem.	20° 42.7′	18° 45.3′	1° 57.4′
1775.				1775.			
1 Janv.	21° 13′	17° 46½′	3° 26½′	I. Sem.	21° 14.4′	17° 27.1′	3° 47.3′
1 Juill.	21° 37′	17° 7′	4° 30′	II. Sem.	21° 36.3′	17° 12.2′	4° 24.1′

J'avoue que la grandeur de ces différences m'a souvent frappé, & que j'ignore entièrement d'ou elle peut provenir : elle est cependant réelle, & nous verrons, dans la suite, des différences aussi grandes, en moins de temps : mais celles dont je viens de faire mention sont d'autant plus remarquables, que la Hollande, où est Sparendam, n'est pas un Pays de mines, ou sujet aux tremblemens de terre.

On a vu, ci-dessus, combien les phénomènes de la variation diurne diffèrent ici, ou à La Haye & à Sparendam. Il semble donc que ce qui cause cette différence de déclinaisons & de changement de déclinaisons réelles, soit lié aux phénomènes de la variation diurne. D'ailleurs il semble qu'il se soit fait quelque

changement réel à Sparendam : car, de 1762 à 1774 les variations annuelles, menstruelles & diurnes, y ont été beaucoup plus petites qu'elles ne l'ont été à Utrecht, à Haarlem & ici : mais, en 1774, elles ont commencé à être plus grandes.

Italie.

§. 262. En 1758, la déclinaison étoit à Bologne en Mars, de 17° 50′ : à Mantoue, en Juillet, de 13° : à Brescia, en Juillet, 1757, de 17°. Or, entre Mantoue & Brescia, il n'y a presque pas de différence en longitude, & peu en latitude : &, entre Mantoue & Bologne, il y a peu de différence en longitude & en latitude : mais Brescia & Bologne sont au pied d'une montagne ; & Mantoue est dans une plaine beaucoup plus basse *(h)*. §. 262.

France.

§. 263. Le 7 d'Avril 1769, la déclinaison étoit, §. 263.
à Paris, par une Aiguille de quatre pouces, 20° *(i)*
Le 6, elle étoit, à Denainvilliers, proche Pitiviers, par la grande Aiguille, ... 19° 30′
Par la petite Aiguille, ... 19° *(k)*

Différence assez considérable pour deux endroits, qui ne diffèrent pas d'un demi-degré en latitude, & peu en longitude. Il est vrai que cette différence pourroit dépendre de celle des Aiguilles : ce qui seroit d'autant plus probable, que l'Aiguille de M. Maraldi, dont on s'est servi à Paris, diffère un peu d'une autre Boussole de M. Cannivet *(l)*.

(h) Scarella *de Magnete*, Tome II, *pp. 98* & *217*.

(i) Connoiss. des Temps, *1771*, p. 231.

(k) Mém. de l'Académie, *1770*, p. 591.

(l) Connoiss. des Temps, *1774*, p. 289.

Danemarck.

§. 264. §. 264. En 1672, la déclinaison étoit à Copenhague de 3° 35′ O., & on l'avoit trouvée à Uranibourg avec la même Aiguille, 2° 35′ O., de sorte qu'il y a eu une différence d'un degré pour deux endroits, qui ne diffèrent que de 13° 30″ en latitude, de 8′ degrés en longitude.

Cap de Bonne-Espérance.

§. 265. §. 265. En 1609, le Capitaine DAMPIERE trouva une très-grande différence entre la variation observée au Cap & proche du Cap: car, au Cap, elle étoit de plus de 17°: & à 30 lieues du Cap, à l'E., seulement de 7° 8′: & à 10 lieues, à l'O., de 10° 40′ *(m)*.

Côtes de l'Amérique.

§. 266. §. 266. M. ROSS a observé, en 1760 & 1761, que la déclinaison est plus petite près des Côtes de l'Amérique qu'en pleine mer, en des endroits peu distans des premiers *(n)*. La différence est considérable, & les observations paroissent faites avec exactitude, au moyen d'un bon compas de M. KNIGT. Les voici :

1760.

18 Juin, à 3 lieues S. de la Baie du Prince-Robert, à la Dominique, par un milieu de 6 observat. . .			5° 27′ E.
20 . . . . à la Baie même, par 4 observat. . .	3° 27′	}	3° 20′
21 . . . . par 7 observat. . .	3° 12′	}	
Différence, ...			2° 7′

(m) Voyage, *Tome IV*, p. 89.

(n) *Phil. Transf.* Vol. LVI, *pp.* 218 *seq.*

1761.

23 Mars,	à la Baie du Prince-Robert, ...	3° 19′ E.
4 Avril,	à Antigoa, à Saint-Jean, ...	3° 9′
15	à l'extrémité orientale d'Antigoa, .	4° 31′
	Différence, ...	1° 22′

On trouve, dans le même Journal, d'autres observations faites sur mer, par lesquelles on voit qu'un changement de latitude ou de longitude de moins d'un demi-degré a suffi pour faire varier la déclinaison de plus de 30′.

Le Capitaine Cook a fait des observations du même genre. Voici ce qu'il en dit en deux endroits de la Relation de son Voyage.

Janvier 1769. « La variation de l'Aiguille sur cette Côte est de » 23 à 25°, E., excepté près des Isles de *Barnevelt* & du *Cap* » *Horn*, où nous trouvâmes que la déclinaison étoit un peu » moindre : c'est probablement le voisinage de la terre qui pro- » duit ce dérangement. L'Escadre de l'Hermite s'apperçut » que toutes les Boussoles différoient l'une de l'autre *(o)*.

» Le 6 Juin, latitudes 9° 1′ E., je donnai à la pointe O. de » la Baie de *Cleveland*, le nom *d'Isle Magnétique*, parce que » nous remarquâmes que le mouvement de l'Aiguille se dé- » rangeoit à mesure que nous en approchions *(p)*. »

Les circonstances locales influent donc beaucoup sur la déclinaison.

Baie de Hudson.

§. 267. Parmi les nombreuses observations que le Capitaine Midleton a faites de 1721 à 1731, dans plusieurs voyages à la Baie de Hudson, on en trouve qui prouvent un change- §. 267.

(o) Voyages autour du Monde, *Tome IV*, p. 296.

(p) Idem, p. 384.

ment considérable de déclinaison dans des endroits très-voisins *(q)*; par exemple:

Détroit de Hudson;	Lat. 62°; long. 72°; var. 43° O.	Diff. 5°
	63° . . . . . 72° . . . . 48° O.	
	. . . . 62° . . . . . 74° . . . . 41° O.	Diff. 7°
	63° . . . . . 74° . . . . 48° O.	
Baie de Hudson; . .	Lat. 61°; long. 84°; var. 30° C.	Diff. 10°
	62° . . . . . 84° . . . . 40° O.	

N. B. On ne trouve plus de ces variations considérables à des latitudes moindres que 60°.

Je ne parlerai pas maintenant de l'observation du même Capitaine *(r)* de M. Ellis & d'autres, que l'Aiguille perd sa vertu dans ces parages; fait qui paroît assez constant, & dont le grand froid n'est pas toujours la cause (Partie I, §. 257), mais, je ne puis m'empêcher de remarquer que M. Midleton a observé que cette *paralysie* de l'Aiguille n'a pas lieu à 100 lieues de la Côte.

§. 268. Conséquences.

§. 268. Il y a donc, dans la déclinaison, des changemens qui dépendent des causes locales, & qu'on ne sauroit attribuer à l'influence des mines de fer ou d'aimant, ni à l'imperfection des Aiguilles, parce qu'elles ont été trouvées trop constantes. Il est donc de la derniere importance de faire scrupuleusement attention aux causes locales: c'est ce qui nous engage à faire encore quelques Remarques sur ce sujet.

(q) *Phil. Trans.* n.° 418; *Vol. XXXVII*, p. 71.

(r) *Ibid.* & n.° 429, *Vol. XXX*, p. 134; n.° 449, *Vol. XL*, p. 310.

(s) Voyage, &c. où l'on trouve de bonnes Réflexions là-dessus.

Différences & irrégularités qu'on pourroit attribuer à des Rochers.

§. 269. M. Pound (*t*) a observé, en 1700, proche de l'Isle de *Jerzey* & aux Indes, tant dans le détroit de Malacca, que sur un rocher à *Poulo Condor* (longitude 99° 22′ O. de Paris, latitude 8° 36′ E.), que les Boussoles indiquoient des directions très-différentes : irrégularités qui n'ont eu lieu qu'entre les Isles & les rochers, & non en pleine mer. §. 269. Observations de *Pound*, *Gaubil*- *Varin*.

Cette observation de *Poulo Condor* me paroît d'autant plus remarquable que le P. Gaubil ne fait mention de rien de pareil dans l'observation qu'il y fait de la déclinaison le 1 Mai 1772 : il l'a trouva d'un degré & quelques minutes (*u*).

En 1682, M. Varin observa à l'Isle de Gorée que la déclinaison y étoit différente en différens endroits d'un à 14°, & qu'il n'y en avoit pas dans la Rade. Il dit qu'on attribue cet effet à quelque mine de fer, dont les marques sont quantité de pierres faites comme du mâche-fer, qui impriment un petit mouvement à l'Aiguille quand on l'y applique (*v*).

§. 270. De toutes les irrégularités produites dans la déclinaison par l'influence des causes locales, il n'y en a pas, ce me semble, de plus remarquables que celles que M. Geete a observées en 1751 dans le Golfe de Finlande, à l'Isle de Suffari, laquelle est entourée de rochers, presqu'à fleur d'eau, & de bas fonds, qui rendent la navigation très-difficile dans ces parages (*w*). M. Geete observa sur un de ces rochers que l'Aiguille tournoit §. 270. Observations de M. *Geete*.

(*t*) *Whistons Dipping Needle*, p. 104.

(*u*) Observations, publiées par *Souciet*, Tome I, *p.* 221.

(*v*) Mémoires adoptés, *Tome V*, p. 171.

(*w*) Mémoires de Suède, *Tome XIII*, p. 298 & seq.

ſans s'arrêter : à 6 pieds delà, elle s'arrêta, & indiqua le S. O. L'année ſuivante, M. GEETE fit des obſervations en d'autres endroits, peu éloignés, dans ceux là même où JEAN MANSON avoit dit au commencement du 16^e^ ſiécle, qu'il y avoit un rocher magnétique, & il trouva que l'Aiguille ſe détournoit de 12 ou 13 Rhumbs. En d'autres endroits, aſſez prochains, l'Aiguille indiqua le Nord par ſon Pole Auſtral. Il eſt donc bien évident que ces irrégularités proviennent d'une cauſe locale, qui agit à une petite diſtance. M. GEETE n'oſe décider ſi cette cauſe conſiſte en mines de fer, ou en vrais aimans, ou enfin aux naufrages que peuvent y avoir faits des Vaiſſeaux chargés de fer, lequel ſera devenu magnétique par le laps du temps.

Quoi qu'il en ſoit, il eſt évident que ſi de pareilles cauſes agiſſoient avec moins d'énergie, elles ne feroient qu'augmenter ou diminuer la déclinaiſon de quelques degrés, ſans qu'on ſoupçonnât d'ailleurs quelqu'irrégularité dans ſa marche.

§. 271. *Obſervations de Feuillée.*

§. 271. En 1724, le P. FEUILLÉE a obſervé dans l'Iſle de Ténériffe, à Laguna, 13° 20′ ou 30′ de déclinaiſon occidentale, mais à la tête de l'Iſle, on ne trouva que 5°, & à *Orotava* peu éloignée de Laguna 6° 40′. Auſſi le P. *Feuillée* ſuppoſe-t-il qu'il y a quelque matière ferrugineuſe dans l'endroit où les obſervations ont été faites à Laguna : mais toujours y auroit-il une très-grande différence entre *Orotava*, & la tête de l'Iſle *(k)*.

§. 272. *Obſervations de Cook & Phipps.*

§. 272. Peut-être eſt-ce à des cauſes locales de ce genre qu'il faut attribuer les irrégularités paſſagères que des bons Obſervateurs ont quelquefois obſervées. Le Capitaine *Cook* a remarqué, le 3 Juin, que la variation de l'Aiguille ſous le Cap *Upſtard*, étoit au coucher du Soleil, à-peu-près de 9° Eſt, & le 4, au lever du Soleil de 3° 35′; différence qu'il croit

(x) Mémoires de l'Academie, 1746, p. 138.

devoir

de fer, ou d'autres matières magnétiques, renfermées au-dessous de la surface de la terre *(y)*.

Le Capitaine *Phipps* a observé, le 23 Juin 1773, que la déclinaison étoit le matin à la latitude de 73° 58′ N., & à la longitude 7° 15′ E., de 17° 9′ O.: & le soir, à 3 h., à la latitude de 44° 10′, longitude de 8° 36′ seulement de 7° 47′ O. De pareilles irrégularités pourroient être dûes à l'action de quelqu'Aurore boréale (z).

§. 272. Mais de pareilles irrégularités seroient-elles toujours dûes à des mines de fer? Voici un fait qui m'en feroit douter. §. 272. Ces phénomènes dépendent-ils tous des mines de fer?

Selon les observations de M. *Tronçon du Coudrai*, l'Isle d'Elbe ne contient des mines de fer que dans un certain endroit, & elle n'est pas attirable par l'aimant (*a*). On trouve cependant l'observation suivante dans le *Portulan de la Mer Méditerranée*, *par Michelot*, *pag.* 100. « J'ai souvent observé » que quand on passe près de l'Isle d'Elbe, les Boussoles » changent de direction. » Le fait a été confirmé, en 1755, par l'observation suivante, faite par un Officier de Marine, homme du premier mérite, qui a bien voulu me la communiquer en Manuscrit. Voici ce qu'il trouva passant entre *Piombino* & l'Isle d'Elbe.

A l'angle N. E. de l'Isle, à 2 mille S. $\frac{1}{4}$ O. du vaisseau, la déclinaison étoit de . . . . 15° O.
Le même angle, étant à O. $\frac{1}{4}$ S. du vaisseau, à $\frac{3}{4}$ de mille, on trouva . . . . 14°
Le même, étant à l'O. N. O. du vaisseau, ... 10°

Pendant un quart-d'heure, la déclinaison augmenta alors beau-

(y) Voyages autour du Monde, &c. *Tome II*, p. 383.

(z) *Voyage to the North Pole*, p. 29.

(a) Observations sur la Physique, &c. *Juillet 1775*, p. 52.

coup & promptement, à mesure que le vaisseau s'approchoit de l'extrémité orientale de l'Isle; car cette extrémité étant à l'O. du vaisseau, à un demi-mille, on n'eut qu'un degré O. & un quart-d'heure après, 3° N. E. Ensuite la déclinaison recommença à augmenter; car, avant qu'on fût à *Porto-Langino*, à l'O. la déclinaison étoit déjà revenue à 13° O. &, peu après, elle étoit de 15°. Cette observation constate le fait évidemment.

§. 273. Observations de *Tasman*.

§. Je ne sais si je dois ranger dans cette classe les irrégularités observées par le Capitaine *Tasman*, le 22 Novembre 1642, entre le 44 & le 42° de latitude australe, & entre le 188 & 163° de longitude orientale, de l'Isle de fer (*b*). Il trouva que l'Aiguille étoit dans un mouvement perpétuel, sans s'arrêter sur aucun des Rhumbs : d'où il conjectura qu'il y avoit des mines d'aimant en cet endroit. Mais on pourroit prétendre, selon les observations du P. *Noël*, faites en 1706, qu'il y a un Pole magnétique terrestre dans ces parages (*c*). On a aussi observé, en 1739, une irrégularité semblable à 51° 23′ de latitude australe au-delà du Cap de Bonne-Espérance (*d*). D'autres causes, comme le verre de la Boussole rendu électrique par la chaleur, & un léger flottement, pourroient expliquer certains mouvemens irréguliers à l'Aiguille. C'est sûrement à cette cause qu'il faut attribuer l'irrégularité observée, en 1731, par M. *Hoxton* (*e*). J'ai fait différentes observations là-dessus, mais dont le détail m'entraîneroit trop loin.

Montagnes & Mines.

§. 274. Diverses Observations.

§. 274. M. *Cassini* (*f*) a observé que la déclinaison de l'aimant

(*b*) *Voyez* son Voyage, imprimé à la suite de celui de *Coréal*, Tome II.

(*c*) Musschenbroek, *Diss. de Magnete*, p. 213.

(*d*) Scarella, *de Magnete*, Tom. II, *p. 8*.

(*e*) *Phil. Transf.* n° 417.

(*f*) Mém. de l'Acad. 1700, p. 175.

ſouffroit de grandes irrégularités dans les montagnes du Limoſin, de l'Auvergne & du Rouergue, abondantes en mine de fer. Je ne ſache pas que ces obſervations aient été répétées, en 1750, à l'occaſion de la vérification de la méridienne. M. *Muller* (*g*) & d'autres, en ont fait de ſemblables ſur les montagnes de Moravie, de la Bohême, de la Saxe, & près du vieux Briſſac : ils ont trouvé que l'Aiguille différoit quelquefois au ſommet de 10°, 20°, 50°, 90°, de ce qu'elle faiſoit au pied. M. *Bouguer* trouva auſſi au Pérou (*h*) dans le chemin de la *Plata* à *Houda* des pierres noirâtres, qui agiſſoient ſi puiſſamment ſur l'Aiguille, que la déclinaiſon en étoit troublée de 30° quelquefois dans l'eſpace de ſix pas. Je ne parlerai pas des montagnes d'aimant obſervées en Sibérie par M. *Gmelin*, & au Royaume de Siam par le P. *Fontenai*. J'ajouterai ſeulement que M. *la Lande* dit à l'occaſion du ſable magnétique qu'on trouve ſur les côtes, en Italie & ailleurs qu'il a ſu, que l'Amiral *Hake* s'en étoit apperçu par le dérangement de ſes Bouſſoles, & avoit été obligé de deſcendre à terre pour en examiner la cauſe (*i*). Seroit-ce celle du phénomène dont nous avons fait mention, §. 266?

Tremblemens de Terre.

§. 275. Outre les cauſes dont nous venons de parler, il y en a d'autres qui produiſent de grands changemens dans la déclinaiſon. Les tremblemens de terre ſont du nombre. Le P. *Eſchinardi* leur attribue un grand changement qu'il a obſervé dans la déclinaiſon de l'Aguille (*k*). M. *Mountaine* a auſſi remarqué qu'il y a une prodigieuſe différence entre les obſervations faites

(*g*) Muller, *Colleg. Curioſ.* Part. IV, *p. 237.*

(*h*) Voyage au Pérou, *p. 83*, in-12.

(*i*) Voyage d'un François en Italie, *Tome VIII*, Chap. XXXIV, *p. 523.*

(*k*) *Lett. al. Fr. Redi*, Romæ, *1681*, in-4°. Je ne connois ce Livre que par le court Extrait qu'on en trouve dans les *Supplement. Act. Eruditor. Lipſ.* Tom. I, *p. 7.*

ſur les côtes de Portugal, au Cap Saint-Vincent, près de Gibraltar, vers 1776, & celles que M. *Roſſ* y a faites en 1760, 61, & 62, en ayant même égard au temps qui s'eſt écoulé entre ces obſervations. Il eſt vraiſemblable que les fréquens & violens tremblemens de terre, arrivés dans cet intervalle ſur ces côtes, ont influé ſur la grandeur de la déclinaiſon (*l*). Seroit-ce auſſi à cette cauſe qu'il faudroit attribuer les grands changemens que M. *Marcorelle* a obſervés à Toulouſe, de 1745 à 1750 : de 1752 à 1753 : de 1754 à 1755, & à 1756 (*m*) & qui ont été de 50, 60, 100, & 45 minutes (*n*)? Il y eut des tremblemens de terre en Mai & Juin 1750 : en Janvier 1752, en Novembre 1758. Il eſt vrai que toutes les autres cauſes dont nous avons parlé, ci-deſſus, peuvent y avoir contribué. Enfin M. *D. Bernoulli* a obſervé que l'inclinaiſon a diminué d'un demi-degré après un tremblement de terre aſſez violent (*o*).

Il eſt donc au-moins aſſez vraiſemblable que des tremblemens de terre influent ſur le changement de déclinaiſon ; & cette influence mériteroit d'être conſtatée par des obſervations faites avec exactitude dans des pays où l'on eſt malheureuſement expoſé à ce fléau.

Volcans.

§. 276. Obſervations du P. *La Torre.*

§. 276. L'influence des éruptions des Volcans mériteroit auſſi la plus grande attention : elle paroît conſtatée par les obſervations du Père *de la Torre*. La déclinaiſon étoit à Naples de 18′ : du 25 au 31 Octobre, pendant une terrible éruption du Véſuve, elle étoit le matin de 16°, à midi de 14°, le ſoir de 10° : du 8 au 11 Novembre, la déclinaiſon étoit le matin

(*l*) *Phil. Tranſ.* Vol. LVI, *p.* 216.

(*m*) Mém. préſentés, *Tome IV*, p. 117.

(*n*) Journal des Savans, *Janvier* 1757.

(*o*) *Incendio del Veſuvio, di* 19 *Octob.* 1767, *&c.* dont on trouve un Extrait dans le Journal des Savans, *Décembre* 1768 : je n'ai pu conſulter que l'Extrait.

de 14°. Ce qu'il y a de ſingulier dans cette obſervation, c'eſt ce mouvement périodique de l'Aiguille, oppoſé au mouvement diurne qu'elle a en d'autres endroits, mais dont on ne ſauroit eſſayer même de rendre raiſon, ſans connoître parfaitement toutes les circonſtances locales qui ont eu lieu dans ce temps-là.

Il eſt certain auſſi que l'Aiguille eſt très-fortement agitée au ſommet de *l'Etna* & du *Véſuve*, & que la lave a une grande action ſur elle. M. *Brydone* rapporte une obſervation ſinguliere ſur ce ſujet : ſavoir, que l'Aiguille d'une Bouſſole qui étoit poſée ſur la lave, après l'éruption de 1755, fut agitée pendant long-temps, & perdit enfin ſa vertu, devenant indifférente pour toutes les directions.

Cauſes paſſagères qui influent ſur l'Aiguille.

I. *Orages.*

§. 277. Le P. *Cotte* paroît être d'avis que les Orages influent ſur la grandeur des variations de l'Aiguille. Voici comme il s'en exprime. « On remarque que le temps où la déclinaiſon » a le plus varié, eſt auſſi celui où les Orages ont été les plus » fréquens : Mai 1773. Les variations conſidérables ont toujours » lieu en été & ſur-tout dans les mois où les Orages ſont fré- » quens : Juin 1773. Pendant l'Orage du 18 d'Août 1773, » l'Aiguille aimantée varia de 5 minutes, & ſa variation a ſur- » tout été conſidérable pendant les jours qui ont précédé & » ſuivi cet Orage. J'ai remarqué que, pendant les quinze » premiers jours de Mai 1774, les Orages ont été fréquens » & la variation de l'Aiguille a été très-grande : pendant le » reſte du mois l'air a été conſtamment froid, & l'Aiguille

§. 277. Obſervations du P. *Cotte.*

(p) *Tour trough Sicily and Malta*, London, 1773, p. 213.

» a été assez fixe. La variation du 10, (matin 20°: soir 20° 15′.)
» fut sur-tout singuliere. A 9 h. du soir, il y tomboit une petite
» pluie d'Orage, le carillon électrique se faisoit entendre. J'ob-
» servois dans ce moment l'Aiguille aimantée, elle déclinoit
» alors de 20° 15′, & elle éprouvoit une variation très-sen-
» sible: Mai 1774. J'ai remarqué (en Juin 1774), que la
» variation de l'Aiguille n'avoit eu lieu, que lorsque le temps
» étoit disposé à l'Orage. »

Il paroît donc que l'Aiguille est quelquefois affectée par l'Orage, ce que j'ai vu moi-même, mais rarement. D'ailleurs cette variation peut être produite par d'autres causes & avoir lieu par hasard dans un temps d'Orage. C'est ce que j'ai vu arriver le 21 de Juin 1772. A une heure, il commença à tomber: L'Aiguille varia de 21′ entre 12 & 1 h.: & de 10′ entre 1 heure & une ½ h.: ensuite il y eut une agitation considérable: mais il y parut le soir une des plus fortes Aurores boréales que j'aie vue, & qui fit varier l'Aiguille de quelques degrés; de sorte que je ne doute point qu'il ne faille aussi attribuer la première agitation à cette cause. D'ailleurs il paroît par les observations, même du P. *Cotte*, que cet effet de l'Orage n'est rien moins que constant: voici comme il s'en exprime en Juin 1772. « L'Aiguille
» aimantée a varié presque tous les jours (en Juin) & très-
» souvent du matin au soir de 5′ à 10′. La grande chaleur &
» les fréquens Orages n'entreroient-ils pas pour quelque chose
» dans les grandes variations? Je ne l'ai pas vu décliner sensi-
» blement pendant les Orages. »

De pareilles causes influent donc quelquefois, mais pas constamment sur l'Aiguille.

II. *Tempête.*

§. 278. Observations du P. *Cotte*.

§. 278. Il en est de même des Tempêtes. Le P. *Cotte* a remarqué qu'en Février 1772 l'Aiguille étoit restée fixe à 20° jusqu'au 27, où elle déclinoit de 19°·80′: que le 29 elle déclinoit de 19°·50′ & que le premier Mars, au matin, elle étoit

revenue à 19°·50′. Enfin que cette variation avoit eu lieu à la fin de la Tempête du 26. Il a observé de plus que l'Aiguille avoit éprouvé de grandes variations en Août 1771, & que celles qui ont précédé l'ouragan du 12 ont été singulières : que, le 24, l'Aiguille marquoit 19°·55′ : qu'il s'éleva ce jour-là un grand vent qui dura jusqu'au midi du 26, & que l'Aiguille ne revint à son point de 20° que lorsque le vent fut tombé. Je ne me suis pas apperçu dans mes observations que le vent ait influé sur les variations de l'Aiguille : j'en excepte la Tempête du 14 Novembre 1775, qui pensa être si fatale à la Hollande. L'Aiguille varia ce jour-là à La Haye de 30′ : la déclinaison moyenne changea du 13 au 14 de 15·56′ : du 14 au 15 de—8·6′ : du 15 au 16 de—5·72′. A Sparendam, l'Aiguille ne varia que de 8′, mais le 12 elle avoit varié de 23′, le 13, de 13′ & le 16, de 17′, & le 17, de 19′ : la déclinaison augmenta le 14, le 16, & le 17. Chez moi, la déclinaison moyenne augmenta beaucoup, de 6′ du 13 au 15, mais elle diminua du 15 au 16, & du 16 au 17 : la variation fut le 13 de 8′ & le 15 de 15′ : mais du reste régulière. Je ne pus faire d'observations dans la soirée du 14. Ceci mériteroit donc d'être constaté avec soin ; mais mes observations ne m'ont rien appris sur ce sujet.

III. *Neige.*

§. 279. « J'ai remarqué, dit le P. *Cotte*, que l'Aiguille éprou- §. 279. Observations du P. *Cotte*.
» voit des variations particulières dans le temps de la Neige : » cette variation fut très-sensible le 27 Mars 1775, jour où il » neigea, & les jours qui le précédèrent & le suivirent, la » plus grande variation fut de 13′. » Je ne me suis pas apperçu de cet effet chez moi. Je ne dis pas que les variations n'aient été quelquefois très-grande des jours où il neigeoit : mais c'est que ces mêmes jours il y avoit Aurore boréale. C'est le cas de l'observation du 27 de Mars, citée par le P. *Cotte*. Car ce jour-là & les suivans, il y eut de fortes Aurores boréales, qui firent varier l'Aiguille chez moi de plus de 30′. L'influence de la neige ne me paroît donc pas constatée.

IV. *Poids de l'Athmosphère.*

§. 280. §. 280. Le P. *Cotte* dit, dans ses observations d'Avril 1774, qu'il a remarqué, en général, que les plus grandes variations de l'Aiguille avoient lieu dans le temps où le mercure du baromètre étoit le plus élevé. J'avoue que j'ai vu chez moi de très-grandes variations indistinctement, que le mercure fut élevé ou bas. Cette influence ne me paroît donc pas assez prouvée pour pouvoir être admise comme un fait.

V. *Météores ignés.*

§. 281. §. 281. Le P. *Cotte* a remarqué que l'Aiguille avoit décliné de 10′ vers le Nord, le 17 Juillet 1771, jour où parut le fameux Météore igné, que M. *le Roy* a si parfaitement décrit dans les *Mémoires de l'Académie* 1771. Le 9 d'Avril 1774, on vit ici à 8 h. du soir un globe de feu. Le même jour un de mes Amis eut soupçon d'Aurore boréale, le 8 & le 10 la Lumiere Zodiacale fut vue à *Montmorency* : cependant l'Aiguille ne varia ici que de 6′ le jour du Météore, & cela parfaitement régulièrement : mais, le lendemain, la déclinaison moyenne diminua de 5′.

§. 282. Conclusion. §. 282. Il est donc des causes étrangères qui paroissent agir quelquefois sur l'Aiguille : soit qu'elles agissent réellement, soit qu'on leur attribue quelqu'effet, qui dépend cependant d'autres causes. Mais il est du devoir du Physicien de tenir compte même des plus légers soupçons qu'il pourroit se former là-dessus, afin de démêler ce qui, dans la variation de l'Aiguille, est dû à des causes constantes, & ce qui ne l'est qu'à des causes accidentelles, dont les effets seront d'autant plus nombreux, que les Aiguilles seront plus mobiles.

TROISIÈME

TROISIÈME SECTION.

DES CHANGEMENS GÉNÉRAUX DE DÉCLINAISON.

§. 283. Nous avons vu, dans la Section précédente, à combien d'irrégularités les changemens de déclinaiſon ſont ſujets; & nous avons je crois prouvé que des cauſes particulières ou locales y contribuent conſidérablement : ce qui a ſervi de ſupplément aux preuves que nous avions données dans le dernier Chapitre de la première Section pour établir que les variations diurnes ne dépendent pas d'une cauſe coſmique générale, mais de cauſes particulières & vraiſemblablement des Aiguilles mêmes. On ne ſauroit cependant révoquer en doute que la déclinaiſon & ſes changemens généraux ſont un phénomène coſmique, qui dépend d'une cauſe primitive générale, agiſſante par-tout, quoique ſujette, en différens endroits, à différentes modifications. Je crois donc qu'il ne ſera pas hors de propos d'examiner, mais très-brièvement, ſi les variations générales de la déclinaiſon ſont régulières, & quelles ſont les loix qu'elles obſervent. §. 283. Difficultés du ſujet.

Mais les difficultés ſe multiplient dans cette recherche : erreurs d'obſervations, différence des Aiguilles, action des cauſes locales, tout ſe combine.

En effet, c'est principalement des observations que font les Pilotes dans les Mers les plus fréquentées, qu'on doit se servir. Mais on sent combien elles sont imparfaites, tant par la négligence des Observateurs, que par le mouvement du Navire. Cette imperfection s'accroît à mesure qu'on remonte vers les premiers temps de l'invention de la Boussole. Le préjugé où l'on étoit d'abord que l'Aiguille indiquoit le vrai Nord : celui où l'on fut ensuite que la déclinaison étoit invariable dans les mêmes endroits, furent la source de mille erreurs. Premièrement on n'eut pas soin de marquer l'année des observations exactement : ce qui fait qu'on ne peut guères se servir des observations anciennes telles que sont celles que *Riccioli*, *Stevin*, *Metius*, *Kircher* ont rapportées. Secondement on n'estimoit au commencement la déclinaison que par points & demi-points de la rose, sans faire attention au nombre précis de degrés & de minutes. Selon le rapport de *Stevin* (*q*), c'est au Prince *Maurice* d'Orange, qu'on doit la première idée de diviser la rose en degrés. Enfin on ne peut guères s'assurer de la vérité des anciennes observations, à cause de la mauvaise coutume (malheureusement encore établie dans quelques Ports) qu'avoient les Pilotes, de changer la position de la fleur-de-lys de leur rose, selon les différens parages où ils se trouvoient (*r*), & l'on n'est pas assuré qu'en notant la variation on ait fait l'addition ou la soustraction que la position de la fleur-de-lys exigeoit. *Nautonnier* a fait de très-bonnes Réflexions sur ce sujet (*ſ*), & donne des exemples dont il ne seroit pas difficile d'augmenter le nombre.

La différence qui se trouve entre les différentes Boussoles

(*q*) Géogr. *Liv. IV. de l'*Histiodromie, *Chap. v*, p. 167.

(*r*) Gilbert, *de Magn.* Lib. IV, *Cap. vi* : Norman (*Nav.* attractive), *Ch. v*, employé tout entier à expliquer les Boussoles dont on se servoit alors.

(*ſ*) Mécomét. *Liv. V*, p. 38, & *Liv. IV. entier.*

eſt très-conſidérable. M. *Neloa* (*t*) a fourni des exemples frappans de ces erreurs, & M. *de la Condamine (u)* remarque qu'il a vu, dans ſon Voyage au Levant, des Compas de variation, qui ne s'accordoient pas à pluſieurs degrés près. On ſent aiſément combien d'incertitude il peut naître de toutes ces cauſes.

§. 284. Il y a plus : pour connoître avec certitude les variations de déclinaiſon, il faudroit connoître la variation moyenne pour chaque endroit : car nous avons vu combien la déclinaiſon eſt ſujette à l'influence des cauſes locales, & combien elle peut varier dans un même jour, ou d'un jour à l'autre, & cela même par un mouvement très-régulier. Mais de pareilles obſervations nous manquent entièrement : ainſi, en comparant entr'elles celles que nous connoiſſons, on n'eſt pas sûr de ne pas tomber dans quelqu'erreur : ou du moins, on n'eſt pas autoriſé à attribuer les irrégularités qu'on rencontre à la cauſe générale des déclinaiſons. Il ne ſera pas inutile de donner quelques exemples de ces irrégularités. §. 284. Remarque ſur les irrégularit.

§. 285. Au *Cap des Aiguilles*, il n'y avoit pas de déclinaiſon au commencement de la Navigation vers l'Inde : elle y étoit encore nulle en 1608 ou 1609, au rapport d'*Aleniſius* (*v*). §. 285. I. Exemple.

En 1622, ellle étoit de	2° O.	(*w*)	Changement de 5 deg. 10 min. en 35 ans, ou de 9 min. par an.
1657	7° 10′ O.	(*x*)	Changement de 50 minutes en 18 ans, ou de 2.8 min. par an.
1675	8° O.		Changement de 2 deg. 45 min. en 30 ans, ou de 5 min. & demie par an.
1704 *ou* 5	10° 45′	(*y*)	

D'où il réſulte que le changement de déclinaiſon y a été irrégulier.

(*t*) Voyage au Pérou, *Tome I*, p. 15; *Tome II*, p. 31.

(*u*) Mémoires de l'Académie, 1732, p. 292.

(*v*) Kircher, *de Magnete*, in-4.° *p. 431*.

(*w*) Halley, *Phil. Tranſ.* n.° 148.

(*x*) Smitſon, *ibid.* n.° 30.

(*y*) Halley, *ibid.* n.° 148.

§. 286. II. Exemple.

§. 286. *Cap de Bonne-Espérance;* la déclinaison y étoit,

En 1686, de 6° *(a).*
1687 ... 8° 30 *ou* 40′ *(b).*
1699 ... 11° *(c).*
1704 *ou* 5. 9 à 10°, à la vue du Cap *(d).*
1706 ... 10° 56′ *(e).*
1708 ... 8°, en Mars, près du Cap *(f).*
1768 ... 19° 30′ *(g).*

On voit par-là combien le changement de déclinaison y a été rapide en quelques années, & lent en d'autres.

§. 287. III. Exemple.

§. 287. *Rome;* la déclinaison y a été observée, ...

En 1730 ...... de 11°
1731 .... 11° à l'Équinoxe du Printems *(h)*
1731, Août ... 12° 30′ *(i)*
1741 .... 15° 40′; *Revillas*
1757 .... 15° 55′; *Boscovisch*
1759, Mars ... 15° Id. *(k)*
1759 .... 17° 30′; *Le Seur*
17° *Jacquier*

(a) Cowley; *voyez* Voyage de *Dampière*, Tome V, *p. 288.*

(b) Voyage de *Tachard*, Tome II, p. 65.

(c) Voyage de *Dampière*, Tome IV, p. 89.

(d) *La Houssaye*, Mém. de l'Acad. *1710*, p. 175.

(e) Maxwell, *Phil. Transf.* n.° 320, *p. 2434.*

(f) Mém. de l'Acad. *1710*, p. 365.

(g) *Phil. Transf.* Vol. LX, *p. 494.*

(h) Revillas, *Phil. Transf.* n.° 466.

(i) *Voyez* la Traduction des Transactions Philosophiques, *n.° 1732*, p. 256, Notes, où M. *Bremond* cite le *Commercium Litterar. Norimberg.* 1731, *p. 310.*

(k) Scarella, *de Magnete*, Tom. II, *p. 345.*

§. 288. *Toulouse;* M. *Marcorelle* y a observé la déclinaison avec soin pendant quelques années; elle a été, ... §. 288. IV. Exemple.

En 1749	...... de	15° 10′
1750	....	16° 15′
1751	....	16°
1752	....	15° 45′
1753	....	16° 45′
1754	....	16° 40′
1755	....	15°
1756	....	15° 45′

Nous avons déjà parlé de ces observations, §. 275.

§. 289. *Paris;* la déclinaison y change ordinairement de 10′ par an; cependant elle étoit, ... §. 289. V. Exemple.

En 1698	.... de	7° 40′	.. 30′ (l)
1699	....	8° 10′	
1730, Octobre	...	14° 25′	.. 20′
1731	....	14° 45′	.. 30′
1732	....	15° 15′	.. 30′
1733	....	15° 45′	
1737	....	15° 45′	.. 35′ (m)
1738	....	15° 10′	
1749, Juin	......	16° 30′	.. 45′
1750	....	17° 15′	
1768, Mai	......	19° 25′	.. 35′
1769, Avril	.....	20°	
1771 { 6 Mai	.....	19° 50′	.. 26′
1771 { 2 Juillet	....	19° 24′	

§. 290. *Londres;* le changement annuel y est de 11′, en §. 290. VI. Exemple.

(l) Musschenbroek, *de Magnete*, p. 152.

(m) Scarella, *Tom. II*, p. 17.

prenant un terme moyen, comme on le verra ci-après; cependant la déclinaison étoit, ...

En 1668, à Gréenwich, de 7° O. *(n)*
1670, à Londres ..... 8° 12′ *(o)*
Differ. .... 1° 12′, ou 36′ par an.

§. 291. §. 291. *Tornéa* ....

Dern. Exemp. En 1695, MM. *Bilberg* & *Spole* observ. la déclin. de 7° O.
1737, les Académiciens François........... 5° 5′
1748, M. *Hellant*, en Mai & Septembre.... 7° 7½′ *(p)*

§. 292. Conséquences. §. 292. Je pourrois encore grossir ce Catalogue. Mes observations & celles du P. *Cotte* sont suffisamment voir quelles erreurs on peut commettre en jugeant de l'état du progrès de la déclinaison par des observations faites une fois ou deux par an. Celles de M. *du Hamel* prouvent la même chose. On ne sauroit donc trop exhorter les Physiciens à faire des recherches suivies sur cet article: c'est le seul moyen de parvenir à la connoissance des causes.

MM. *Mountaine* & *Dodson* ont été plus loin sur ce sujet: ils n'ont pas hésité d'attribuer à l'influence des différentes attractions magnétiques, causées vraisemblablement par la composition irrégulière du noyau, le changement rapide de déclinaison qui s'est fait dans la Mer des Indes de 1700 en 1756 (*b*).

Quoi qu'il en soit, faute d'observations plus détaillées, on est obligé de se contenter de celles que les Navigateurs ont occa-

(n) *Cassini*, Mém. adoptés par l'Académie, *Tome VI*, p. 37.

(o) *Maty*, Journal Britannique, *Tome XVI*, p. 33.

(p) Mém. de Suède, *n.° 1756.*

(q) *Phil. Transf.* Vol. L, *p. 33.* Cet Article, & une partie du Mémoire & de la Table, ont été publiés en françois dans la *Connoissance des Temps*, pour 1762, *p. 172.*

ſion de faire, & de celles que quelques Phyſiciens ont faites en quelques endroits. Nous allons en examiner le réſultat : & nous nous arrêterons plus à la grandeur, à l'ordre & à la régularité qu'il peut y avoir dans les changemens de déclinaiſon, qu'aux variations qui ſont arrivées aux courbes magnétiques, tracées dans la Carte de M. *Hallay*, tant parce que cette partie a déjà été diſcutée plus d'une fois, que parce que la première paroît avoir été entièrement négligée.

Je remarquerai préalablement, qu'il me paroît vraiſemblable que l'influence des cauſes locales eſt beaucoup plus prande ſur Terre que ſur Mer. Nous avons déjà rapporté des exemples qui confirment cette opinion (§. 266. *ſeq.*) J'ai auſſi conſulté pluſieurs Journaux de Navigateurs, publiés dans des Deſcriptions de Voyages; je n'y ai trouvé que des changemens réguliers. La Table de MM. *Mountaine* & *Dodſon* indique la même choſe de la façon du monde la plus plauſible: au-lieu que nous avons fait voir à combien d'irrégularités la déclinaiſon a été ſujette dans pluſieurs Villes du Continent.

§. 293. Commençons par examiner les variations pour chaque endroit en particulier. MM. *Scarella* (*r*) & le *Monnier* ont fait voir que le mouvement de l'Aiguille n'eſt pas uniforme. Cette découverte eſt intéreſſante. J'ai recueilli un aſſez grand nombre d'obſervations, qui me mettent en état de prouver la même choſe pour bien des endroits. Je vais en rapporter pluſieurs, en indiquant ſeulement les changemens. Mais, pour ne pas entrer en un trop grand détail, je ſupprime les déclinaiſons, ainſi que les citations qui formeroient les preuves de mes réſultats. Je remarquerai ſeulement que je ſuis en état de les fournir *toutes* ſi on le juge à propos. J'obſerverai l'ordre des latitudes.

§. 293. Progrès dans les changemens de déclinaiſon.

(*r*) *De Magnete*, Tom. II, *pp.* 168, 171.

(*ſ*) Mém. de l'Acad. 1770, p. 459.

Latitude.	Endroits.	Époques.	Var. par an.	Longitude.
71° 10′ N.	Cap-Nord....	1589–1769	5½′ ..	23° 30′ E.
65° 50′ 50″..	Torné°ₐ	Irrégul. *v.* §. 291.		24° 23′ E.
59° 56′ ..	Pétersbourg...	1741–1755	1·2′ ..	28° E.
58° 56′ ..	Fort S.t George, Dét. de Hudson.	1725–1738	14′ ..	91° 50′ O.
"	"	1738–1769	16′ ..	"
		Milieu,	15′	
58° 12′ 48″..	Tobolsk.......	1720–1761	5·6′ ..	66° 5′ E.
55° 40′ 45″..	Copenhague...	1649–1672	13·6′ (t)	10° 25′ E.
"	"	1672–1731	7·8′ ..	"
"	"	1731–1763	6·1′ ..	"
"	"	1763–1771	7·1′ ..	"
54° 22′ 30″..	Dantzick	1628–1641	9′ ..	18° 22′ E.
"	"	1642–1670	9·1′ ..	"
"	"	1670–1682	7·5′ ..	"
"	"	1628–1682	8·7′ ..	"
		Milieu,	8·6′	
52° 31′ 30″..	Berlin.........	1717–1727	8·2′ ..	11° 6′ E.
"	"	1727–1751	5·5′ ..	"
"	"	1751–1770	6′ ..	"
"	"	1717–1770	6·2′ ..	"
		Milieu,	6·5′	
52° 22′ 45″..	Amsterdam....	1590–1650	4·5′ ..	2° 39′ E.
"	"	1650–1767	11·5′ ..	"
"	"	1590–1767	9·5′ ..	"
		Milieu,	8·38′	
51° 31′ ..	Londres	1580–1634	8′ ..	2° 25′ O.
"	"	1634–1672	6·5′ ..	"
"	"	1672–1684	10·2′ ..	"
"	"	1692–1698	16′ ..	"
"	"	1698–1700, *v.* §. 290.		"
"	"	1698–1710	19′ ..	"
"	"	1710–1720	12′ ..	"
"	"	1720–1723	20′ ..	"
"	"	1723–1730	9·4′ ..	"
"	"	1730–1740	9′ ..	"
"	"	1740–1750	9′ ..	"
"	"	1750–1774	9·9′ ..	"
		Milieu,	11′	

50°

Latitude.	Endroits.	Époques	V. ann.	Long.
50° 57′ 37″ N.	Calais........	1681–1767	3·5′	°29′ O.
49° 27′ ..	Nuremberg ...	1500–1536	4·6′	8° 44′ E.
		1536–1618	4·6′	
		1618–1678	15′	
		1678–1691	7′	
		1691–1701	15′	
		Milieu,	10·4′	
48° 50′ 12″ ..	Paris *(u)*	1541–1580, augm. v. l'E.		
		1610–1640	10′	
		1640–1670	5′	
		1670–1700	12·8′	
		1700–1730	12·3′	
		1730–1760	8′	
		1760–1769	10′	
		Milieu,	9·3′	
44° 29′ 36″ ..	Bologne......	1640–1698	10·3′	9° ′ E.
		1698–1733	12′	
		1733–1758	11′	
		1640–1758	10·6′	
		Milieu,	10·6′	
	Brescia.......	1676–1686	9′	
		1686–1757	10′	
		1676–1757	9·8′	
		Milieu,	9·6′	

(t) M. *Lous* établit la déclinaison pour 1672, de 2° 35′; il faut 30° 35′; *voyez* Halley, *Phil. Transf.* n.° 148 : Bartholin, *Acta Phys. Med. Hafn.* Tom. II, *page* 227.

(u) Les déclinaisons de 1580 & 1610, &c. sont prises de l'*Encyclopédie*, Article *Aiguille aimantée*, page 200 : en 1541, la déclinaison étoit de 7° N. E. (Mém. de 1770, *p. 459)*, & en 1580, de 10° 30′ : en 1603, *Nautonnier* l'observa de 8° 45′ E. (Mécométrie, *p. 157)*, & l'observation paroît exacte; de sorte que l'augmentation vers l'E. a été de 4½°, de 1541 à 1580; peut-être a-t-elle encore continué d'augmenter depuis 1580; c'est ce qui m'a empêché d'examiner l'accroissement de 1580 à 1610 : en 1670, la déclinaison étoit de 1½° O. selon M. *Picard* (Mesure de la Terre, *p. 35)* : en 1664, de 40′ E. selon le même : en 1666, de 10′ E. selon M. *Petit* (*Philos. Transf.* n.° 28, *Vol. I*, p. 530.

Latitude.	Endroits.	Époques.	V. ann.	Longitude.
44° 25′ N.	Gènes..........	1638–1698 ..	4′	6° 16′ E.
43° 35′ 34″..	Toulouſe	*Voyez* §. 288		54′ O.
43° 31′ 30″..	Aix..........	1600–1628 ..	14·2′	3° 7′ E.
		1628–1729 ..	9·6′	
		1600–1729 ..	10·2′	
		Milieu,	11·3′	
43° 17′ 35″..	Marſeille	1638–1729 ..	11·5′	30° 2′ E.
		1729–1761 ..	6′	
		Milieu,	8·15′	
40° 53′ 54″..	Rome.........	1670–1698 ..	11·3′	10° 9′ E.
		1698–1742 ..	11·6′	
		1742–1759 ..	5·6′	
		1670–1759 ..	10′	
		Milieu,	9·6′	
40° 50′ ..	Naples (*v.* §. 275),	1749–1767 ..	3·3′	11° 50′ E.
39° 54′ 13″..	*Pekin*.........	Conſt. dep. 30 ans *(v)*.		114° 9′ E.
38° 42′ 20″..	Lisbonne.......	1590–1638 ..	3·8′	10° 29′ O.
		1638–1762 ..	11·4′	
		1590–1762 ..	9·6′	
		Milieu,	8·3′	
31° 11′ 20″..	Alexandrie.....	1638–1761 ..	2·5′	27° 5.7′ E.
	Madère.......	1638–1706 ..	9·3′	
19° 9′ 38″..	Vera-Crux.....	172$^{6}_{9}$–1769 ..	7·7′	97° 18½′ O.

(v) C'eſt ce qu'a obſervé le P. *Amiot;* il remarque que la déclinaiſon y étoit de 2° O. en 1754 *(Novi Comm. Pet.* Tom. V, *p. 395)*: depuis ce temps, la déclinaiſon y a changé: on en trouve, dans le *VI. Vol.* des *Mémoires préſentés*, p. 572, les deux Obſervations intéreſſantes ſuivantes. *Première Obſervation.* Le 5 Juillet 1760, déclinaiſon de l'Aimant, 4° O. c'eſt-à-dire, 1½° de plus qu'à l'ordinaire: elle y étoit donc ordinairement de 2½°, au-lieu de 2°, comme en 1754, & plus de 30 ans auparavant. *Seconde Obſervation.* Le 15 Juillet 1760, clair, à 6 h. du matin, déclinaiſon de l'Aiguille, 2¼° O. l'après-midi, 3½° O. Ces changemens ſont d'autant plus remarquables, qu'on n'en trouve pas de pareils dans le Journal du P. *Amiot;* ils doivent vraiſemblablement être attribués à des cauſes locales, ou à quelqu'Aurore boréale: M. *Bergman* en a vu une à Upſal, le 20 de Juillet.

Latitude.	Endroits.	Époques.	V. ann.	Longitude.
14° 43′ 9″..	Martinique....	1682–1706 ..	6′	63° 19′ O.
13′ 17″ M.	Quito........	1737–1742 ..	Conſt.	110° 43′ O.
6° 40′ ..	Java.........	1676–1687 ..	3.7′	101° 18′ E.
19° 1′ 15″..	Lima. Callao	1707–1709 ..	7.5′	79° 10′ O.
		1709–1740 ..	5.4′	
		1707–1740 ..	5.6′	
		Milieu,	6.2′	
16° 7.	Sainte-Hélène.	1617–1706 ..	5.5′	9° 2′ O.
17° 36′ 15″..	Ylo..........	1700–1713 ..	12′	73° 33′ O.
19° 40′ 30″..	Rodigues.....	170½–1757 ..	6′	60° 62′ E.
		1757–1761 ..	8′	
		170⅘–1761 ..	6′	
		Milieu,	6.7′	
20° 9′ 45″..	Iſle de France..	170⅘–1761 ..	9′	55° 8′ E.

Cette Table ſuffit pour faire voir que les obſervations faites au Fort S. Georges, à Dantzick, à Berlin, à Amſterdam, à Londres, à Nuremberg, à Paris, à Bologne, à Breſcia, à Aix, à Marſeille, à Rome, à Liſbonne, à Lima, à Rodrigues concourent toutes à prouver que le changement de déclinaiſon ſe fait d'un mouvement irrégulier, tantôt accéléré, tantôt retardé. Les obſervations faites ſur Mer, & rapportées dans la Table de MM. *Mountaine* & *Dodſon*, prouvent la même choſe. Voilà donc un phénomène très-intéreſſant, bien conſtaté.

§. 294. Quelques Ecrivains ont dit que les changemens de déclinaiſon ſont plus grands, à meſure qu'on approche du Pole (*w*). La liſte d'obſervations que je viens de donner, prouve que cette aſſertion ne ſauroit être admiſe dans toute ſa généralité. Mais ceci mérite une plus ample diſcuſſion. §. 294. Examen de cette progreſſ.

(*w*) Le Capitaine *Phipps* eſt d'un ſentiment bien oppoſé ; il a tâché d'établir, par la comparaiſon des obſervations de *Pole*, *Baſſin*, *Fotherby*, & les ſiennes, que la déclinaiſon ne change pas du tout vers le 80e degré de latitude.

Si l'on prend les déclinaisons telles qu'elles sont, en y comprenant les changemens produits par l'influence des causes locales des Aurores boréales: par exemple, cette assertion pourroit avoir lieu pour quelques endroits: c'est ainsi, par exemple, que les variations que j'ai observées chez moi en 1771, 1772, 1773, 1774, sont plus grandes que celles qui ont été observées à Montmorenci: mais à Pétersbourg, par exemple, & en Sibérie, la déclinaison change peu. Or, comme il s'agit ici de changemens opérés par une cause cosmique générale, il faut prendre, autant qu'il est possible, des déclinaisons régulières.

Pour examiner cette matière avec l'exactitude convenable, j'ai employé la Table de MM. *Mountaine* & *Dodson* : elle contient pour 386 endroits les déclinaisons telles qu'elles étoient en 1700, 1710, 1720, 1730, 1740, 1756. Cette Table est sûrement une des plus exactes qu'on ait, puisqu'elle est le résultat de plus de 50000 observations, que ces Auteurs ont examinées avec soin. J'ai pris, pour chaque endroit, le changement qui s'est fait dans la déclinaison de 1700 à 1756, ce qui a produit la Table XLI. Je ne sache pas qu'on ait examiné cette matière de cette façon: & cette Table, qui mérite attention à plus d'un égard, indique une régularité surprenante.

§. 295. I. partie de la Table XLI.

§. 295. Commençons par examiner les lieux qui sont à l'Ouest du méridien de Londres. On y voit que la variation augmente sous le même méridien, à mesure que les latitudes croissent. Il n'y a que 8 exceptions sur 187 observations : savoir à la longitude de 65° latitude 25°: longitude 55° latitude 35 & latitude de 10°: longitude 50, latitude 30: longitude 35′ latitude 15°: longitude 25° latitude 40°: longitude 18° latitude 40: longitude 10, latitude 30. Mais la plus grande de ces irrégularités ne monte qu'à 30′ pour 56 ans.

Si l'on considère les latitudes, on trouve l'ordre suivant. Les variations diminuent sous le même parallèle, à mesure qu'on s'éloigne du méridien de Londres, jusqu'au 15.e degré. Il n'y a qu'une seule exception, à la latitude 0, longitude 10°. Il se pour-

roit cependant que cette exception ne parût avoir lieu que faute d'obſervations pouſſées aſſez loin : car, dès le 15.ᵉ degré & même au 10.ᵉ on commence à appercevoir une trace de la loi ſuivante, c'eſt que les variations diminuent juſqu'au 65, 60, ou 55 degré de longitude pour augmenter enſuite.

§. 296. On découvre un ordre bien oppoſé dans les *latitudes boréales* & *longitudes orientales* : le voici. §. 296. II. partie.

1.° Sous un même méridien, les variations décroiſſent à meſure qu'on avance vers le Pole. Sur ces 55 obſervations il n'y a que cinq exceptions ſavoir à longit. 50° latitude 15° : longit. 70° lat. 25° : longit. 85° lat. 25° : longit. 85, lat. 15° : longit. 90° latitude 20° : &, comme ces exceptions ſe trouvent toutes à la dernière obſervation que la Table contient ſous ce méridien, il eſt probable que ſi on avoit pu ſe procurer un plus grand nombre d'obſervations, on auroit trouvé que les déclinaiſons décroiſſent ſous un même méridien juſqu'à un certain degré de latitude, dont le moindre ſeroit le 15°, pour augmenter enſuite.

2.° On trouve un ordre bien différent de celui qui avoit lieu pour les longitudes occidentales, dans l'examen de ce qui a lieu ſous le même parallèle. Les variations commencent probablement par décroître, croiſſent euſuite juſqu'au 70° de longitude environ, pour décroître enſuite encore. La première Partie paroîtra probable ſi l'on fait attention aux quatre premiers nombres de longitudes orientales.

§. 297. Examinons les latitudes auſtrales qui ſont à l'Occident de Londres. §. 297. III. partie.

On y remarque que, ſous un même méridien, les variations décroiſſent d'abord pour croître enſuite, à meſure qu'on avance vers le Pole. Sur 65 obſervations il y en a trois où les variations décroiſſent ſavoir ſous les méridiens, 5, 10 : & il y en a une où la variation commence par croître, c'eſt ſous le 35.ᵉ méridien.

Il y a apparence que ces deux derniers cas feroient plus nombreux, si l'on avoit un plus grand nombre d'obſervations.

IV. partie. Pour ce qui eſt des latitudes auſtrales dans l'Hémiſphère oriental, on voit, 1.° Que ſous les 5, 10, 15, 50 & 55.e méridien, les variations décroiſſent à meſure qu'on avance vers le Pole. Que ſous les 40 & 45.e méridien les variations décroiſſent d'abord pour croître enſuite : & il y a apparence qu'on s'appercevroit de la même choſe pour le 20, 25, 30, 35.e, ſi l'on avoit un plus grand nombre d'obſervations. Enfin les trois dernières obſervations rendent probable que les variations des autres méridiens croiſſent peut-être de nouveau à une plus grande latitude.

Enfin ſous le 65°, 70°, 75°, & juſqu'au 100.e degré, les variations croiſſent d'abord & décroiſſent enſuite.

§. 298. Conſéquences. §. 298. Telles ſont les loix, telle eſt la régularité qu'un premier examen nous préſente. Voyons ce qu'on en pourra déduire encore en combinant les quatre parties que nous venons de conſidérer ſéparément. Mais le petit nombre d'obſervations ne peut que rendre cette comparaiſon très-imparfaite. Des 1180 qu'on devroit connoître, ſi l'on connoiſſoit les déclinaiſons de 5 en 5 degrés, tant en longitude qu'en latitude, on n'en trouve que 387 dans la Table de MM. *Mountaine* & *Dodſon*, c'eſt-à-dire, la 14.e partie.

En prenant les méridiens occidentaux, on voit que les variations décroiſſent à meſure qu'on s'approche de l'Équateur, & cela juſqu'à une certaine latitude auſtrale, & qu'enſuite elles croiſſent de nouveau, quoiqu'il y ait trois ou quatre irrégularités. Sur le 35.e méridien, l'augmentation commence dès le 50.e degré de latitude auſtrale.

Dans les méridiens Orientaux les variations augmentent à meſure qu'on approche de l'Équateur, mais ſeulement juſqu'à un certain degré de latitude auſtrale : elles diminuent enſuite : mais, ſi l'on poſſédoit un plus grand nombre d'obſervations, il

y a apparence qu'on trouveroit qu'une diminution précède la première augmentation, & qu'une augmentation ſuit la ſeconde diminution.

Le défaut d'obſervations nous empêche de faire le tour du Globe : ſans cela, par exemple, en prenant le 68° Oueſt, il faudroit aller, 1.° de l'Équateur au Pole : 2.° du Pole à l'Équateur ſur le 94.ᵉ méridien Eſt. 3.° de l'Équateur au pole auſtral; enfin du pole auſtral à l'Équateur ſur le 65.ᵉ méridien Oueſt, & ainſi pour tous les autres.

§. 299. On eſt dans l'impoſſibilité de ſe former juſqu'à préſent une idée juſte de l'ordre que le changement de déclinaiſon ſuit. On n'en ſauroit connoître les loix faute d'obſervations aſſez nombreuſes. Il y a plus; on ne ſera jamais en état de connoître ces loix comme il faut, ſi les obſervations ſur la déclinaiſon, ne ſont accompagnées d'obſervations ſur l'inclinaiſon. Celles-ci font ſeules connoître le véritable état magnétique de la terre, en indiquant la ſituation de l'Équateur & des Poles magnétiques. Or c'eſt uniquement par rapport à ces Poles qu'on doit conſidérer les changemens de déclinaiſon & la grandeur des variations, & non par rapport au méridien terreſtre. M. *Wilcke (x)* a mis dans tout ſon jour cette réflexion importante pour la théorie de l'inclinaiſon; théorie qu'il a beaucoup perfectionnée par l'eſſai d'une carte d'inclinaiſon qu'il a publiée : mais les obſervations d'inclinaiſon ſont encore moins nombreuſes & plus défectueuſes que celles de déclinaiſon. §. 299. Importance de l'inclinaiſon.

§. 300. M. *Scarella (y)* a comparé avec ſoin les différentes Cartes de déclinaiſon, le progrès des courbes, leurs changemens, *&c.* Je me contenterai de faire les Remarques ſuivantes. §. 300. Des courbes de déclinaiſon.

(x) Mém. de Suède, *Tome XXX*, pp. 191-237.

(y) *De Magnete*, Tom. II, *p. 180 ſeq.*

1.° Les courbes de déclinaison forment un système assez régulier : elles sont assez semblables entr'elles, quoiqu'il y ait des irrégularités pour quelques-unes : comme, par exemple, pour la courbe sans déclinaison en 1744 & 1756.

2.° Ce système s'est à-peu-près maintenu dans les différens périodes qu'on a examinés.

3.° Il y a des endroits où la déclinaison a considérablement changé, tandis qu'elle a beauconp moins varié dans d'autres : voyez ce qui a été dit, §. 292. La courbe sans déclinaison, par exemple, qui passe entre l'Affrique & l'Amérique, a beaucoup moins changé de 1700 à 1744 dans sa partie boréale que vers le milieu : au-lieu que celle qui passe par la Mer des Indes a souffert un changement prodigieux de 1700 à 1744, & a beaucoup moins changé de 1744 à 1756. On peut à la vérité former des doutes sur l'exactitude de cette ligne de 1700 : Car M. *Halley* la fait passer par la terre *de Van-Diemen*, comme elle y passoit en 1642. Mais combien la variation ne doit-elle pas avoir changé de 1666 à 1700? En 1666, la courbe sans déclinaison passoit par Londres, Paris, *&c.* & en 1700, elle ne montoit que jusqu'au 34.^e de latitude, passoit entièrement par l'Océan, & coupoit l'Équateur vers l'Isle de Téneriffe. A moins que le progrès de déclinaison ne soit à Terre très-différent de ce qu'il est en Mer, ce qui n'est pas destitué de vraisemblance : comme il paroît par le rapport des variations que nous avons déduit de la Table Angloise, comparé aux variations qui ont lieu en différentes Villes, telles que nous les avons rapportées, §. 293. En 1756, la déclinaison étoit à-peu-près de 17° à Paris, mais la ligne courbe, marquée 17 sur la Carte de 1756, ne sauroit passer par Paris, à moins de faire une très-grande inflexion.

§. 301. Suite du même sujet.

§. 301. 4.° Il y a sûrement d'autres lignes sans déclinaison que celles qui sont marquées dans la Carte Angloise. Il paroît, par les observations que M. *Hellant* a faites, en 1756, dans les Provinces Septentrionales de la Suède, qu'il y avoit alors un méridien très-

près

près de ces contrées. Il y en avoit un autre, qui passoit par la Sibérie en 1735 & 1738. Car M. *Gmelin* (z), après avoir rapporté une observation où la déclinaison étoit de 8° Est, ajoute. « Ce fut pour moi un phénomène : car, dans tous les endroits » où j'avois observé, je n'avois pas apperçu la moindre décli- » clinaison. » Il est clair enfin, par les observations faites dans le même pays, en 1761 & 1769, que la déclinaison y a peu changé. On trouvera sûrement des observations plus détaillées, pour ce pays, dans la Carte dressée pour 1750, par M. *Zegelstrom*, sous la direction du Professeur *Stromer* d'Upsal. Mais je n'ai pu me la procurer (*a*).

5.° On trouve, dans la Mer Pacifique, une exception à cette régle, que les déclinaisons sont opposées dans les deux parties séparées par un méridien magnétique. M. *Muschenbroek* (*b*) a ajouté à la Carte de *Halley* un méridien qui passe par la Mer Pacifique, près de Californie, & des deux côtés duquel il y a des déclinaisons orientales. Ce méridien se conclut des observations des Capitaines *Hood* & *Rogers* faites en 1710 (*c*) & de celles que M. de *Lille* a rapportées dans les *Mémoires de l'Académie* pour 1712, & ont été faites en même-temps. On trouve à la vérité dans la Carte Angloise une déclinaison orientale & une occidentale pour la Mer Pacifique, mais elle paroît fautive dans ces parages. Milord *Anson* a remarqué (*d*) que, faute d'observations, les Éditeurs de la Carte se sont trompés sur la nature même de la variation, dans la partie septentrionale de

(z) Voyage, *Tome II*, Chap. LXII, *p.* 57 seq. *Novi Comm. Petrop.* Tom. V, *pag.* 396.

(*a*) *Wilcke*, dans sa Dissertat. sur la Carte d'Inclin. Mémoires de Suède, *Tome XXX*, p. 218.

(*b*) Diss. *p.* 262.

(*c*) *Phil. Transf.* n.° 368, *Vol. XXXI*, p. 74.

(*d*) Voyage, *Préf.* p. 9 : *voyez* les Cartes de la Mer du Sud, où la variation est de 10°, dans les endroits où elle devroit être nulle, selon la Carte Angloise.

la Mer Pacifique, mettant à l'Oueſt une déclinaiſon qui va à l'Eſt, & qu'ils la font trop petite de 12 ou 13°. On ne trouve pas de lignes magnétiques pour cette Mer, dans la Carte de 1756.

§. 302. Suite du même ſujet.

§. 302. 6.° Les Cartes magnétiques diffèrent, en général, ſelon les différentes obſervations ſur leſquelles elles ont été faites. M. *Muſchenbroek* en a publié une à la fin de ſon *Introduction*. Il l'a dreſſée lui-même ſur les obſervations qu'il a pu ſe procurer (§. 583,): elle eſt pour 1744. Mais elle diffère prodigieuſement de la Carte de MM. *Mountaine* & *Dodſon* pour la même année, telle qu'elle ſe trouve à la fin du *Traité de Navigation* de M. *Bouguer* publié par l'Abbé *la Caille*. La différence eſt énorme dans la Mer Pacifique, ſur les côtes de l'Amérique, dans l'Océan, & dans la Mer des Indes. Il n'eſt pas poſſible que de petites erreurs d'obſervations, aient produit de ſi grandes différences. Je ſerois donc porté à croire que les obſervations de M. *Muſchenbroek* n'ont été ni auſſi nombreuſes, ni auſſi exactes que celles des Éditeurs Anglois : car la Carte de ceux-ci s'accorde mieux avec celle de 1756 & de 1700, que ne le fait la Carte de M. *Muſchenbroek*.

7.° Toutes ces courbes paroiſſent s'être mûes vers l'Oueſt, changement qui eſt très-ſenſible dans l'Océan des Indes. M. *Bougainville* a trouvé que la ligne ſans déclinaiſon s'eſt avancée vers l'Oueſt depuis 1756 (*e*).

8.° Enfin, pour ce qui eſt de la grandeur & de l'ordre des variations, on peut conſulter les §§. 295 & ſuiv.

§. 303. Magnétiſme de la Terre.

§. 303. Voilà les phénomènes les plus généraux qu'on a obſervés dans les changemens de déclinaiſon, & qu'il faudroit expliquer pour rendre raiſon de ce changement même. Pour moi, je ne doute pas que ces changemens ne dépendent de

---

(*e*) Voyage autour du Monde, *Obſerv. du 11 Janvier 1767*, pp. 20, 21.

l'action d'une cause cosmique generale, mais vraisemblablement puissamment maîtrisée en différens endroits par l'influence des causes locales, §. 284 *seq.* comme, par exemple, dans la Mer des Indes; & cette cause me paroît être le magnétisme de la Terre.

Je sais qu'on a fait de fortes objections contre ce magnétisme; mais M. *Lepinus* (*f*) me paroît les avoir toutes résolues de la façon la plus satisfaisante, & avoir ajouté de nouveaux argumens à ceux qu'on avoit déjà pour établir ce système. M. *Halley* (*g*) supposoit quatre poles à cet aimant, deux mobiles, deux immobiles, & il tentoit d'expliquer, par ce moyen, les phénomènes de la déclinaison. Mais il paroît encore, que M. *Wilcke* a démontré (à l'endroit cité note *l*) qu'il n'y a aucune raison qui doive nous porter à admettre cette hypothèse, si compliquée, à laquelle aucune analogie ne nous conduit. D'ailleurs on ne peut qu'être frappé de la sublime théorie de M. *Euler* (*h*) qui n'admet que deux poles, & du rapport qu'ont avec les courbes observées, celles qu'il a déduites de la théorie. Je sais bien qu'il n'y a pas d'accord parfait entre les observations & les calculs, même après le nouvel élément que M. *Euler* y a introduit (*i*). Mais il n'est pas douteux que cela ne dépende en partie des raisons que M. *Euler* a alléguées dans son second Mémoire, & de celles dont nous parlerons, ci-après, §. 306. Mais, si l'on admet, comme M. *Euler* le desire, que le centre magnétique ne tombe pas au milieu de l'axe, il en résultera un autre élément bien différent, c'est que les forces des deux poles du noyau sont inégales, & que la proportion de cette inégalité dépend de la situation du centre. De sorte qu'on introduit alors

(*f*) *Theor. Elect. & Magn.* §. 326 *seq.*

(*g*) *Phil. Trans.* n.° 195, *p.* 564.

(*h*) Mémoires de Berlin, *Tome XIII.*

(*i*) Ibid. *Tome XXII.*

dans le calcul deux nouvelles inconnues, dont l'une dépend de l'autre.

Je regarde donc la Terre comme contenant un noyau magnétique à deux poles. Et si je n'entre pas dans un plus grand détail là-dessus, c'est pour ne pas répéter ce que d'autres Écrivains ont déjà dit.

§. 304. Du Noyau magnétique.

§. 304. Si l'on connoissoit la situation de ce noyau, sa force, son mouvement, on pourroit parvenir à calculer, pour un moment donné, la disposition des Aiguilles sur tous les endroits de la Terre, en faisant abstraction de toutes les causes locales qui pourroient y avoir quelqu'influence. Plusieurs Auteurs ont essayé leurs forces sur cette matière : mais le succès a toujours trompé leur attente, & nos connoissances paroissent encore éloignées de ce degré de perfection.

Si les déclinaisons dépendent du magnétisme de la Terre, il faudra connoître, avant tout, la disposition du noyau magnétique, de son axe, de son Équateur, ce qui ne se peut faire qu'au moyen de l'Aiguille d'inclinaison. Mais l'usage de cet instrument est si délicat, sa construction est si difficile, qu'on ne sauroit beaucoup compter sur la plupart des observations qui ont été faites à ce sujet, à moins que les Observateurs n'aient donné des preuves de leur exactitude, & n'aient rendu un compte exact de la façon dont ils ont fait leurs observations, & du plan dans lequel ils ont disposé l'Aiguille. Je crois que c'est avec raison que M. *Wilcke* (*k*) rejette les observations du P. *Noël*, quoique M. *Whiston* (*l*) les regardât comme les meilleures dont il pût se servir.

§. 305. Des Poles du Noyau.

§. 305. C'est sur de très-bonnes observations que M. *Wilcke*

(*k*) Loco cit. *pp.* 223-231.

(*l*) *Longitude found by Dipping Needle*, d. 23.

admet (*m*) que le pole magnétique boréal ſe trouve à-peu-près à 15° du pole, au-deſſus de la Baie de Baſſin, dans un méridien qui paſſe par la Californie. Avant, au pole auſtral, on n'en ſauroit déterminer la ſituation avec exactitude. M. *Wilcke* conjecture qu'il pourroit ſe trouver dans la Mer Pacifique à 20° du pole.

L'Équateur magnétique ſe trouve dans les lieux où l'Aiguille n'indique aucune inclinaiſon: &, quelqu'imparfaites que ſoient les Aiguilles, il ſemble qu'elles doivent toutes indiquer ce point avec aſſez d'exactitude, parce qu'elles ſont ordinairement équilibrées pour la ſituation horizontale, & que, par conſéquent, la direction de peſanteur & de magnétiſme coïncident en ce cas. Mais, ſi l'on conſulte les Relations des Voyageurs, on trouvera une très-grande différence dans la ſituation des lieux où ils n'ont pas trouvé d'inclinaiſon. Son Equateur.

En 1700, M. *Cunningham (n)* trouva, ...

Lat. S. 1° 46′; long. 21° O. de Paris; 3° 31′ inclin. S.
N. 1° 28′ ..... 20° .... 8° 30′ .... N.

De ſorte qu'on pourroit mettre le lieu où il n'y a pas d'inclinaiſon, à quelques minutes de latitude boréale, ou ſous l'Équateur, & à la longitude O. de $20\frac{1}{2}$° à-peu-près.

Le 12 d'Octobre, il trouva, à 7° E. de *Poulo Condor*, ou à

Long. 106° 21′ de Paris E. latit. 21° 17′ N. 2° 30′ incl. S.
107° 7′ .... 23° 15′ N. 6° ... N.

De ſorte qu'on peut établir qu'il y a peu d'inclinaiſon à $21\frac{1}{2}$°, latitude N. & à $106\frac{1}{2}$° de longitude.

Selon le P. *Noël*, en 1708, ou environ, l'Aiguille ſoutenue

(m) Pag. 230.

(n) *Phil. Tranſ.* n.° 292, *p.* 1638, Vol. XXIV.

horizontalement à 7° 20′ latitude Sud, à 150 milles du Bresil, & à 12° 30′ latitude Sud sur la côte des Indes (*o*).

En 1711, elle se seroit tenue horizontalement, selon le P. *Feuillée*, les 10 & 20 d'Avril, au 10° de latitude Sud & à 33 $\frac{1}{4}$° de longitude Ouest de Paris (*p*).

Selon les bonnes observations de M. *de la Caille*, il n'y a eu aucune inclinaison, le 16 Janvier 1751, à 13° 5′ latitude Sud, & 35° longitude Ouest, & le 17 Mars 1754 à 11° 2′ latitude Sud, & à 11° 15′ longitude Ouest, entre les Isles de S. *Hélène* & l'*Ascension* (*q*).

Enfin, selon les bonnes observations de M. *Eckeberg* (*r*), il y avoit en 1766 encore 30° inclinaison Nord à 0° 49′ latitude Sud & 25° longitude Ouest de Paris; & à 19° 37′ latitude Sud; longitude 31° 16′ il y avoit déjà 7° inclinaison Sud, de sorte qu'on peut placer le lieu où il n'y avoit pas d'inclinaison, vers le 15° de latitude méridionale, & à 12 $\frac{1}{2}$° de longitude Ouest à-peu-près.

Ces observations de MM. *Eckeberg* & *la Caille* s'accordent très-bien; il paroît seulement que l'Équateur magnétique est un peu déprimé de 1751 à 1766, ce qui a eu lieu d'une façon très-marquée de 1700 à 1708, & de 1708 à 1751. L'Équateur magnétique paroît donc actuellement plus proche du pole austral, qu'il ne l'étoit au commencement de ce siécle.

Il est du reste sensible que les méridiens & l'Équateur magnétique ne sont par de grands cercles de la sphère; que l'Équateur magnétique est oblique à l'Équateur terrestre, & que vraisemblablement l'axe n'est pas parallèle à l'axe de la Terre.

(*o*) Musschenbroek, *de Magnete*, p. 309.

(*p*) Journal d'Observations, *Tome III*, pp. 90, 95.

(*q*) Mémoires de l'Académie, *1754*, pp. 97, 98.

(*r*) Mémoires de Suède, *Tome L*, p. 238.

§. 306. En ſuppoſant donc le noyau magnétique ſphérique, il eſt clair qu'il n'eſt pas également éloigné de tous les endroits placés ſur la ſurface du globe. Ce qui fait qu'il agira, par cette ſeule raiſon, avec plus d'énergie ſur les endroits les plus proches que ſur les plus éloignés. C'eſt une cauſe qu'on n'a pas conſidéré dans le calcul, non plus que l'action des différentes parties du noyau. On a ſuppoſé les forces qui dirigent l'Aiguille réunies dans les deux Poles. §. 306. Premières conjectures.

Si le noyau reſtoit toujours dans la même ſituation, s'il n'éprouvoit aucun changement de force, il eſt clair, qu'abſtraction faite des cauſes étrangères, toutes les déclinaiſons reſteroient toujours les mêmes. Puis donc qu'elles ſont dans un changement continuel, il eſt clair qu'il faut admettre, ou quelque changement de force dans les parties du noyau, ou quelque changement dans ſa ſituation, ou les deux cauſes à-la-fois.

Ce dernier changement me paroît le plus probable. Le mouvement des courbes me paroît indiquer un mouvement du noyau: & j'ai peine à me perſuader que les différentes révolutions, qui ſe font dans l'intérieur du globe, n'affectent pas la force du noyau. Ce changement de force ſeroit, peut-être, un moyen d'expliquer quelques irrégularités qu'on a obſervées.

§. 307. Mais, ſi l'axe du noyau eſt parallèle à celui de la Terre, & ſi toutes les parties, qui ſont ſituées ſous un même parallèle dans le noyau, ont un égal degré de force, la rotation du noyau ne pourra cauſer aucun changement aux déclinaiſons: puiſque la diſtance & l'obliquité reſtent les mêmes, & que les parties qui ſuccèdent à celles que la rotation entraînent, poſſèdent le même degré de force: d'où il ſuit que l'énergie totale ne ſouffre aucun changement. §. 307. Secondes conjectures.

Il eſt donc néceſſaire pour l'explication des changemens de déclinaiſon de ſuppoſer que l'axe du noyau ſoit incliné à celui de la Terre: & c'eſt en effet ce que les obſervations, & ſur-tout l'inclinaiſon de l'Équateur magnétique, auquel l'axe eſt ordinai-

rement perpendiculaire, semblent indiquer : mais cela ne suffit pas. La même remarque auroit encore lieu dans le cas où les autres suppositions restoient les mêmes. Il faut donc de plus que l'axe ait lui-même quelque mouvement ou quelque balancement, de façon que les deux poles aient un mouvement local. Les observations sembleroient indiquer que ce mouvement a réellement lieu ; puisque l'Équateur magnétique semble changer de place, & s'approcher du pole austral. Mais, si la distance des poles du noyau à son Équateur est invariable, il faudroit que le pole boréal se fût déprimé de 10 à 12 degrés, & que l'austral se fût élevé d'autant. Cela auroit-il réellement eu lieu ? & seroit-ce une des raisons pour lesquels on ne remarque plus les mêmes effets que *Hudson* avoit observés dans les endroits où il a établi un pole ? Le manque d'observations nous empêche de rejeter ou de confirmer ce soupçon, qui mériteroit un examen suivi.

§. 308. Conséquences.

§. 308. Mais ce mouvement rotatoire du noyau est-il simple ou composé ? Les observations de M. *Cunningham* comparées à celles de M. *Eckeberg*, n'indiqueroient-elles pas que ce mouvement se fait obliquement au plan de l'Équareur magnétique ; de façon que cet Équateur ne se meut pas parcillement à lui-même, mais que son obliquité, par rapport à l'Équateur terrestre change continuellement ?

Je ne pousserai pas davantage ces conjectures, parce que je ne connois pas un assez grand nombre d'observations pour faire un examen approfondi de ce systême, & tel qu'il le faudroit pour lui accorder une entière confiance.

On voit, au reste, que les déclinaisons doivent changer, si l'on suppose que le noyau ait un mouvement de rotation, puisque la situation de l'Aiguille est indiquée par le plan, qui passe par ces deux poles. M. *Scarella* a fait beaucoup de calculs dans l'hypothèse des quatre poles : mais on pourroit en faire de pareils, en supposant un seul pole boréal, & un seul austral.

§. 309.

§. 309. Ce qu'il y a de plus difficile dans cette recherche, c'est d'assigner une cause à la rotation du noyau : de faire voir comment son mouvement peut être différent du mouvement diurne de la Terre, & cependant y participer. Cela seroit impossible pour un tourbillon fluide : car M. d'*Alembert* a démontré (*f*) que toutes les couches d'un tourbillon, doivent acquérir la même vîtesse. Les mêmes raisonnemens auront lieu si l'on suppose le noyau contigu à la surface intérieure du globe. Il faudroit donc qu'il y eût un grand intervalle entre le noyau & la croûte extérieure de la Terre. Mais toutes ces idées sont de pures conjectures physiques, qui ne sauroient satisfaire des esprits accoutumés à des recherches mathématiques : il faudroit un accord très-exact entre les calculs faits *à priori* & les observations pour admettre, comme un fait *certain*, que la situation, le mouvement, & la force du noyau sont tels qu'on les peut supposer. §. 309. Remarque.

§. 310. Mais, au défaut d'une hypothèse physique satisfaisante, ce seroit peut-être beaucoup de pouvoir trouver une hypothèse mathématique, qui pût servir à représenter, à-peu-près, les observations, à les calculer; peut-être pourroit-on employer la méthode suivante. §. 310. Hypothèse mathématique.

Il s'agit avant tout de connoître les variations qui ne sont que des modifications de la cause générale, produites par l'influence de quelques autres causes physiques & locales, & d'en connoître les loix. Je range dans cette classe les variations diurnes horaires, celles qui sont causées par l'Aurore boréale, par l'influence des causes locales, *&c. &c.*

Il s'agiroit ensuite de perfectionner la théorie de M. *Euler*, d'examiner par quelles hypothèses sur la situation, & la force des poles, on pourroit parvenir à représenter, à-peu-près, l'état de la déclinaison pour un temps donné. Il faudroit voir, après cela,

---

(*f*) Traité des Fluides, §. 178.

quels changemens il faudroit faire subir à ces mêmes hypothèses, pour représenter le même état dans un autre temps. En répétant ces calculs de période en période, on pourroit peut-être parvenir à connoître, à-peu-près, le mouvement du noyau.

Mais, indépendamment de la longueur & de la difficulté des calculs, il faudroit avoir des observations assez nombreuses & assez exactes pour qu'elles pussent faire connoître le véritable état magnétique de la Terre. On ne possède pas la quatorzième partie de celles qu'il faudroit avoir pour la déclinaison (§. 298): on en a encore moins sur l'inclinaison, & très-peu sur les variations diurnes horaires. Ces deux objets sont cependant d'une nécessité indispensable.

§. 311. Conclusion.

§. 311. Cette partie de la Physique, si intéressante en elle-même, & si nécessaire à la Navigation, ne peut donc se perfectionner que par les soins réunis des Physiciens, & par des Navigations de long cours, faites par des Navigateurs éclairés. Celles que le Ministère de France a fait entreprendre, depuis quelques années, à divers Académiciens, nous ont déjà fourni un grand nombre d'observations exactes sur la déclinaison & sur l'inclinaison. Une invitation de l'Académie suffiroit, sans doute, pour faire entreprendre à ses Correspondans des observations suivies sur la variation diurne dans les lieux qu'ils habitent. Je le répète; ce n'est que par des observations correspondantes, faites en même-temps, qu'on peut se flatter de faire des progrès dans cette carrière : ce n'est que par une comparaison exacte des déclinaisons, observées dans les premiers temps de l'invention de la Boussole, avec celles qu'on a observées dans les périodes suivans, qu'on peut se flatter de connoître les loix des variations. Mais cette tâche est difficile, rebutante même par la longueur du travail, & l'attention scrupuleuse qu'il faut apporter pour discerner les observations qu'il faut regarder comme exactes, de celles qui peuvent être erronées. J'avois commencé, il y a quelques années, à rédiger selon l'ordre des longitudes & des latitudes, toutes les observations que je trouvois chez les Auteurs que j'ai

pu me procurer, mais ce travail a été interrompu par des occupations d'un autre genre. Heureux ſi le ſort de ce Mémoire m'engageoit à le pourſuivre & à le perfectionner ! Heureux ſi mes obſervations pouvoient répandre quelque jour ſur une matière ſi obſcure, & ſi mes expériences & mes calculs, m'avoient fait connoître les défauts des Aiguilles & les éviter : ou du moins, ſi mon travail ſur ce ſujet, & les nombreuſes obſervations que j'ai faites, pouvoient ſervir entre les mains des Phyſiciens plus éclairés à perfectionner nos connoiſſances ſur la conſtruction des Aiguilles, leurs variations régulières & les cauſes de ces variations ! Une des plus douces ſatisfactions que je pourrai retirer de mon travail, ſera de voir qu'il n'a pas été entièrement inutile.

FIN.

TABLE DES MATIÈRES.

Introduction........................ Page 5

PREMIÈRE PARTIE.

De la Fabrique des Aiguilles, de leur suspension, & des moyens de s'assurer si elles sont dans le vrai méridien magnétique..... Page 9

Réflexions préliminaires, §. 1 - §. 7 .... Ibid.

CHAPITRE PREMIER. *Exposition & Examen des Expériences faites par les Physiciens, sur la figure des Aiguilles*, §. 7 - §. 18, 13

CHAP. II. *Examen des Principes dont on doit se servir pour calculer le mouvement d'une Aiguille*, §. 18 - §. 37 21

Premier Principe, §. 19 22
Second Principe, §. 20 - §. 31 .... Ibid.
Troisieme Principe, §. 31 - §. 37 30

CHAP. III. *Application de ces Principes au Mouvement d'une Aiguille, dont l'Axe prolongé passe par le centre de Mouvement; Calcul de ce Mouvement; Expériences qui confirment ce Calcul*, §. 37 - §. 66 38

I. *Théorie*, §. 37 - §. 45 .... Ibid.
II. *Expériences pour confirmer la Théorie*, §. 45 - §. 55 42
III. *Conséquences de la Théorie*, §. 55 - §. 63 48
IV. *Erreurs dans lesquelles on tombe, si l'on emploie une Théorie différente*, §. 63 - §. 66 56

CHAP. IV. *Examen des Aiguilles linéaires qui n'ont que deux Poles, & dans lesquelles le centre de Mouvement passe par l'Aiguille même*, §. 66 - §. 90 59

I. *Formules générales pour la direction des Aiguilles*, §. 66 - §. 72 . . Ibid.
II. *Corollaires sur les forces qui dirigent les Aiguilles*, §. 72 - §. 75 . . 62
III. *Expériences qui confirment les Formules, lorsque les Aiguilles ont des masses & des longueurs égales*, §. 75 - §. 83 64

IV. *Examen des forces qui dirigent des Aiguilles d'inégale longueur, §. 83 - §. 90* . . . . Page 75

CHAP. V. *Examen des Aiguilles qui ont plusieurs Poles, §. 90 - §. 142* 81

ARTICLE PREMIER. *Calcul des Aiguilles à plusieurs Poles, qui, prolongées, passent par le centre de Mouvement, §. 90 - §. 98* . . . . . . Ibid.

ART. II. *Des Aiguilles linéaires à plusieurs Poles, lorsque le centre de Mouvement tombe dans l'Aiguille même, §. 98 - §. 110* 85

ART. III. *Examen physique des Aiguilles qui ont plusieurs Poles, §. 110 - §. 132* 91

ART. IV. *Des conditions qui seroient nécessaires pour faire des Expériences, qu'on pût calculer d'après les principes posés dans le second Article, §. 132 - §. 142* 108

CHAP. VI. *Calcul de la direction que doivent acquérir des Aiguilles linéaires, posées perpendiculairement hors du centre de Mouvement, §. 142 - 175* 119

I. Cas : *lorsque les Poles sont égaux en force, §. 143 - §. 161* 120

II. Cas : *lorsque les Poles sont inégaux en force, §. 161 - §. 175* 130

CHAP. VII. *Calcul de la direction que doivent acquérir des Aiguilles placées obliquement hors du centre de Mouvement, §. 175 - §. 195* 141

Premier Cas général, §. 176 - §. 179 142

Second Cas général, §. 179 - §. 182 143

Expériences, §. 182 - §. 195 146

CHAP. VIII. *Du Mouvement qu'acquièrent des Aiguilles placées hors du centre de Mouvement, §. 195 - §. 201* 157

CHAP. IX. *Examen d'un Systéme d'Aiguilles, posées parallélement les unes aux autres, ou des Aiguilles droites, en faisant attention à leur largeur, §. 201 - §. 222* 162

CHAP. X. *Examen d'un Systéme d'Aiguilles, posées obliquement, §. 222 - §. 232* 176

I. *Des Aiguilles divergentes, §. 223 - §. 229* . . . . Ibid.

II. *Des Aiguilles en fuseau appláti, §. 229 - §. 232* 180

CHAP. XI. *Des Aiguilles en lozange, §. 232 - §. 240* 182

CHAP. XII. *Des Aiguilles courbes, §. 240 - §. 245* 189

CHAP. XIII. *Effets qui doivent résulter des changemens de force, auxquels les Aiguilles sont sujettes, §. 245 - 285* 193

ART. I. *Examen théorique, §. 246 - §. 257* . . . . Ibid.

I. *Premier Cas, §. 247 - §. 254* 194

II. *Second Cas, §. 254 - §. 255* 198

III. *Troisième Cas, §. 255, §. 256* . . . . Ibid.

ART. II. *Examen physique, §. 257 - §. 285* 199

I. *Changemens subits & violens, §. 257 - §. 264* . . . . Ibid.

II. *Changemens lents*, §. 264 - §. 280 . . . . Page 204

1.° *Observations générales de quelques Physiciens*, §. 265 - §. 267 . . . . Ibid.

2.° *Examen de la Méthode de juger, par le nombre d'oscillations d'une Aiguille, des changemens qui lui sont survenus*, §. 267 - §. 271 207

3.° *Méthode employée par M.* Blondeau, *& par l'Auteur*, § 271 - §. 280 210

III. *Réflexions sur quelques-unes des Causes qui pourroient contribuer à ces changemens, & sur les remèdes qu'on y pourroit apporter*, §. 280 - §. 285 217

CHAP. XIV. *Du Fer, ou de l'Acier dont il convient de faire les Aiguilles*, §. 285 - §. 289 222

CHAP. XV. *De la façon d'aimanter les Lames de Boussole*, §. 289 - §. 308 226

I. *Observations générales*, §. 289 - §. 293 . . . . Ibid.

II. *Méthode d'aimanter*, § 293 - §. 298 229

III. *Examen des Lames, apres qu'elles sont aimantées*, §. 298 - §. 308, 232

CHAP. XVI. *De la Suspension des Aiguilles*, §. 308 - §. 323 238

I. *Examen de la première condition, à laquelle une bonne Aiguille doit satisfaire*, §. 308 - §. 317 239

II. *Examen de la seconde condition*, §. 317 - §. 323 245

CHAP. XVII. *De la meilleure manière de s'assurer que les Aiguilles aimantées sont dans le vrai Méridien magnétique*, §. 323 - §. 333, 251

CHAP. XVIII. *Préceptes sur la Fabrique des Aiguilles*, §. 333 - §. 341, 259

CHAP. XIX. *Essai d'explication du Phénomène, que différentes Aiguilles indiquent souvent différentes déclinaisons, & quelquefois la même*, §. 341 - §. 361 269

Art. I. *Observations générales sur les différences constantes qu'il peut y avoir entre les Aiguilles*, §. 341 - §. 346 . . . . Ibid.

Art. II. *Des causes qui produisent des différences variables entre les Aiguilles*, §. 346 - §. 361 276

Première Classe de Causes : *changement du Méridien*, §. 346 - § 350, Ibid.

Seconde Classe : *changemens de forces*, §. 350 - §. 353 280

Troisième Classe : *Causes accidentelles*, §. 353 - §. 361 283

CHAP. XX. *Réflexions sur quelques obstacles que les Aiguilles ont à vaincre*, §. 361 seq. 291

SECONDE PARTIE.

DES VARIATIONS DE L'AIGUILLE.

INTRODUCTION . . . . Page 299

PREMIÈRE SECTION. Des Variations diurnes.

CHAPITRE PREMIER. *De la Variation diurne horaire de l'Aiguille,* §. 1 - §. 47 300

CHAP. II. *Idée générale des Observations de l'Auteur, & Réflexions sur les Mouvemens périodiques,* §. 47 - §. 60 336

I. *Description générale des Observations,* §. 48 - §. 51 337
II. *Explication générale des Tables,* §. 51 - §. 56 339
III. *Réflexions générales sur les Mouvemens périodiques,* §. 56 - §. 60, 342

CHAP. III. *Phénomènes & Loix du Mouvement diurne,* §. 61 §. 113, 347

ART. I. *Examen des heures du* maximum *& du* minimum, *pour les Déclinaisons moyennes,* §. 61 - §. 64 . . . . Ibid.
ART. II. *Examen des heures du* maximum *vrai, pour chaque jour,* §. 64 - §. 67 352
ART. III. *Des différens Mouvemens auxquels l'Aiguille est sujette,* §. 68 - §. 113 355

I. *Énumération des huit sortes de Mouvement,* §. 68 . . . . Ibid.
II. *Comparaison générale de ces Mouvemens,* §. 69 - §. 72 359
III. *Examen du n.° 1,* §. 72 362
IV. *Examen du n.° 2,* §. 73 - §. 80 363
V. *Examen du n.° 3,* §. 80 - §. 88 371
VI. *Examen du n.° 4,* §. 88 - §. 100 378
VII. *Examen du n.° 5,* §. 100 - §. 104 382
VIII. *Examen du n.° 6,* §. 104 - §. 107 386
IX. *Examen du n.° 7,* §. 107 - §. 110 387
X. *Examen du n.° 8,* §. 110 390
XI. *Résumé général des huit sortes de Mouvement,* §. 111, §. 112, 391

CHAP. IV. *Du Mouvement nocturne,* §. 113 - §. 120 394

CHAP. V. *De l'influence des saisons sur la Variation régulière de l'Aiguille,* §. 120 - §. 138 403

ART. I. *Des Heures du* maximum, §. 121 - §. 124 . . . . Ibid.
ART. II. *Des sortes de Mouvement,* §. 124, §. 125 404
ART. III. *De la grandeur des Variations,* §. 126 - §. 137 407

I. *Variation horaire moyenne,* §. 127 - §. 130 . . . . Ibid.
II. Maximum *de la Variation horaire,* §. 130 - §. 131 411
III. *Variations diurnes,* §. 132 - §. 135 414

IV. *Variation nocturne*, §. 135 . . . . Page 419
V. *Conclusion*, §. 136 421
VI. *Conclusion générale*, §. 137 422

CHAP. VI. *Considérations sur les Mouvemens opposés au Mouvement réglé*, §. 138-§. 143 424

CHAP. VII. *Comparaison de deux Aiguilles observées à-la-fois*, §. 143-§. 179 429

ART. I. *Remarques préliminaires*, §. 143-§. 149 . . . . Ibid.
ART. II. *Du Mouvement horaire des Aiguilles*, §. 149-§. 157 433
ART. III. *Des Heures du* maximum, §. 157, §. 158 439
ART. IV. *Des sortes de Mouvement*, §. 159-§. 164 440
ART. V. *De la grandeur des Mouvemens diurnes*, §. 164-§. 170 . . . 444
ART. VI. *Du Mouvemement nocturne*, §. 170-175 448
ART. VII. *Conclusion générale*, §. 175 451
ART. VIII. *De la grandeur des Déclinaisons, observées au même moment* §. 176-§. 179 . . . . Ibid.

CHAP. VIII. *Comparaison des Mouvemens périodiques, que les Aiguilles ont en même-temps en différens endroits, même peu éloignés*, §. 179-§. 191 458

CHAP. IX. *Réflexions sur les Causes du Mouvement horaire diurne*, §. 191-§. 218 466

SECONDE SECTION. Des Changemens de Déclinaison même, & de leur Influence sur la Variation diurne.

INTRODUCTION . . . . Page 489

CHAPITRE PREMIER. *Des Changemens diurnes des Déclinaisons observées à la même heure*, §. 219-§. 226 490

CHAP. II. *Des Variations diurnes de Déclinaison moyenne*, §. 226-§. 231 498

CHAP. III. *Du Changement menstruel & annuel de Déclinaison*, §. 231-§. 245 503

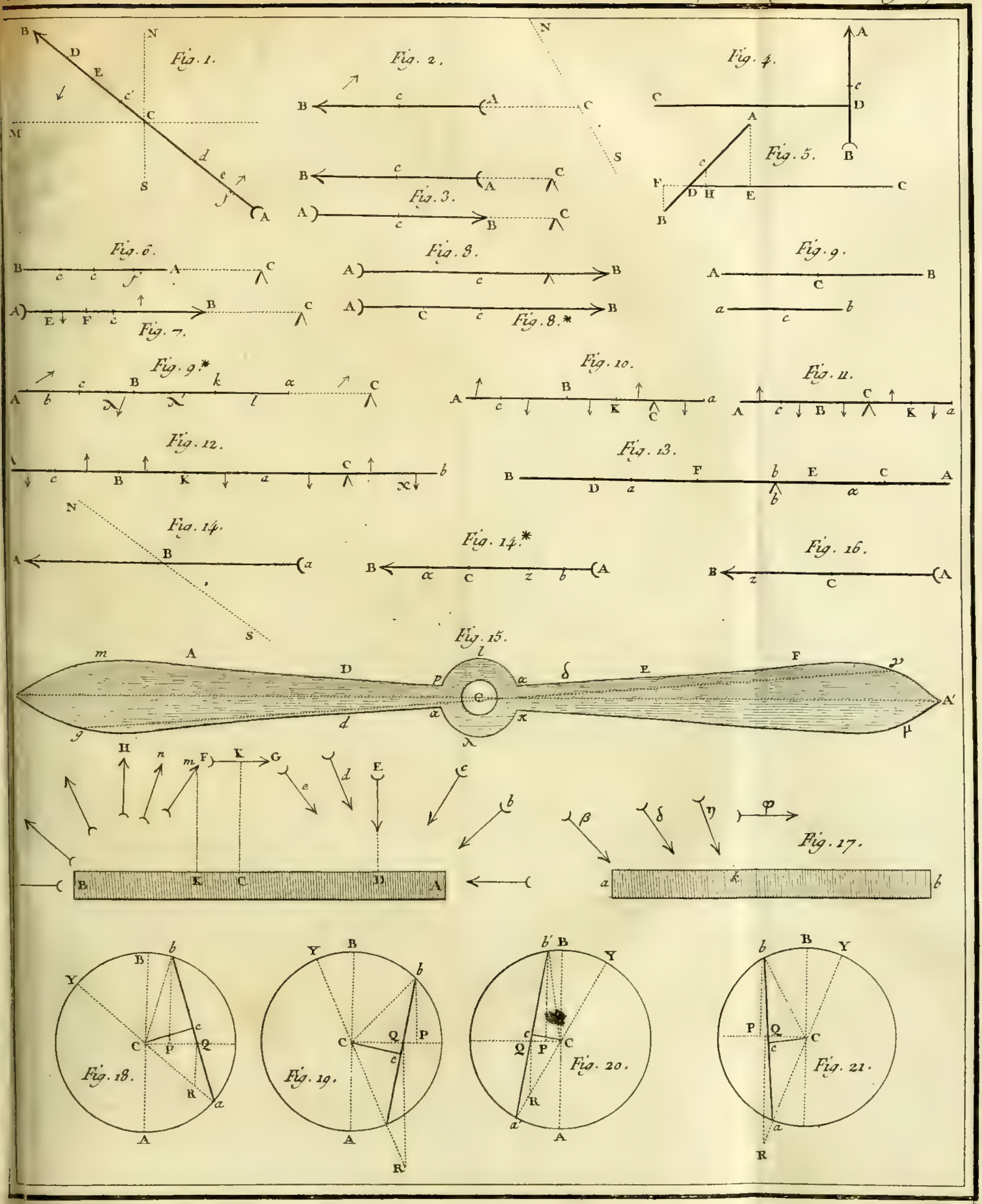
CHAP. IV. *Des Variations causées par l'Aurore boréale*, §. 245-§. 255 514

CHAP. V. *Des différences qui se trouvent entre les Déclinaisons observées en différens endroits, même très-voisins: influence des Causes locales*, §. 255-§. 283 526

TROISIÈME SECTION. Des Changemens généraux de Déclinaison 545

Fin de la Table des Matières.

TABLES,



Haussard Sculp.

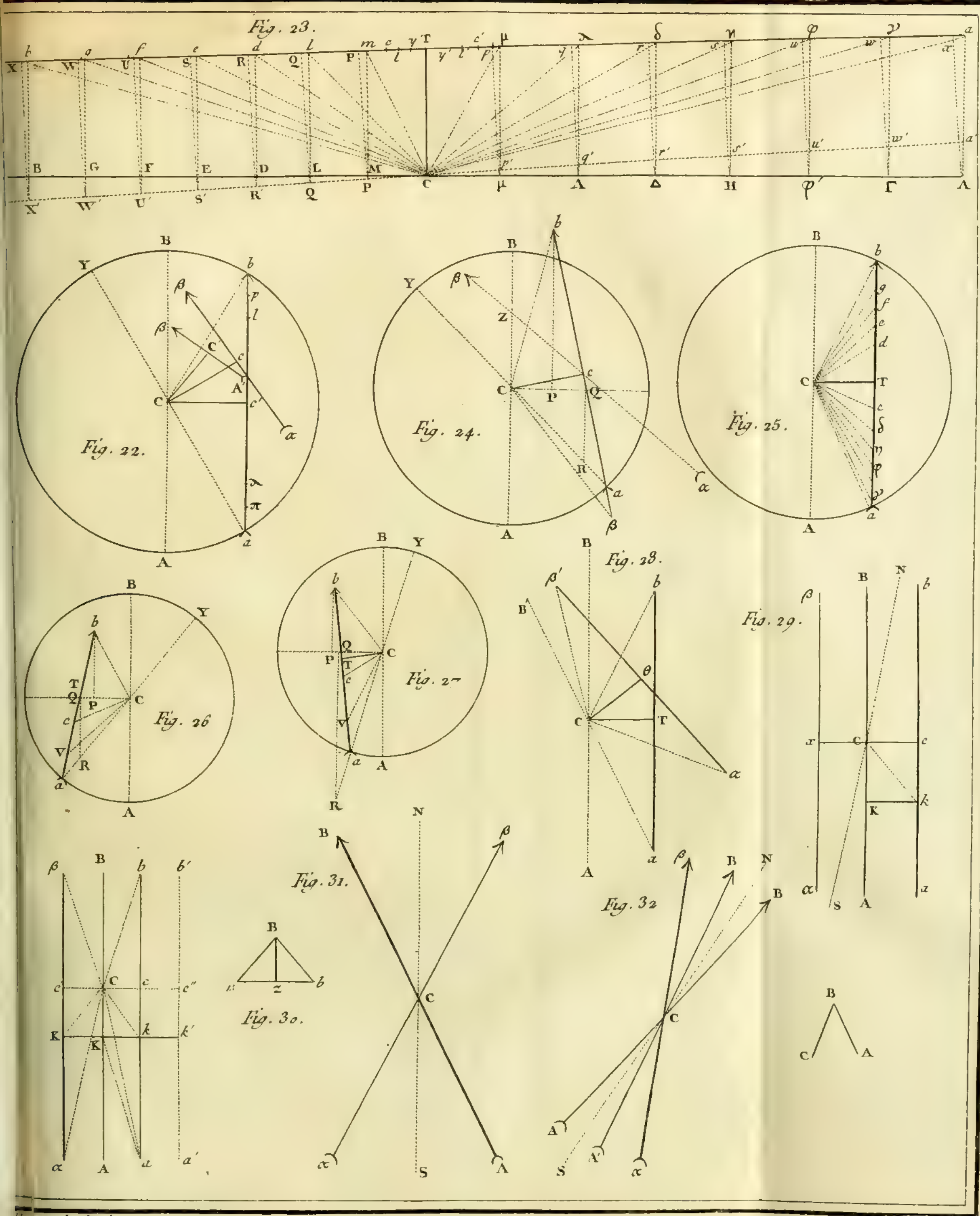


Fig. 23.
Fig. 22.
Fig. 24.
Fig. 25.
Fig. 26
Fig. 27
Fig. 28.
Fig. 29.
Fig. 30.
Fig. 31.
Fig. 32

[illegible]

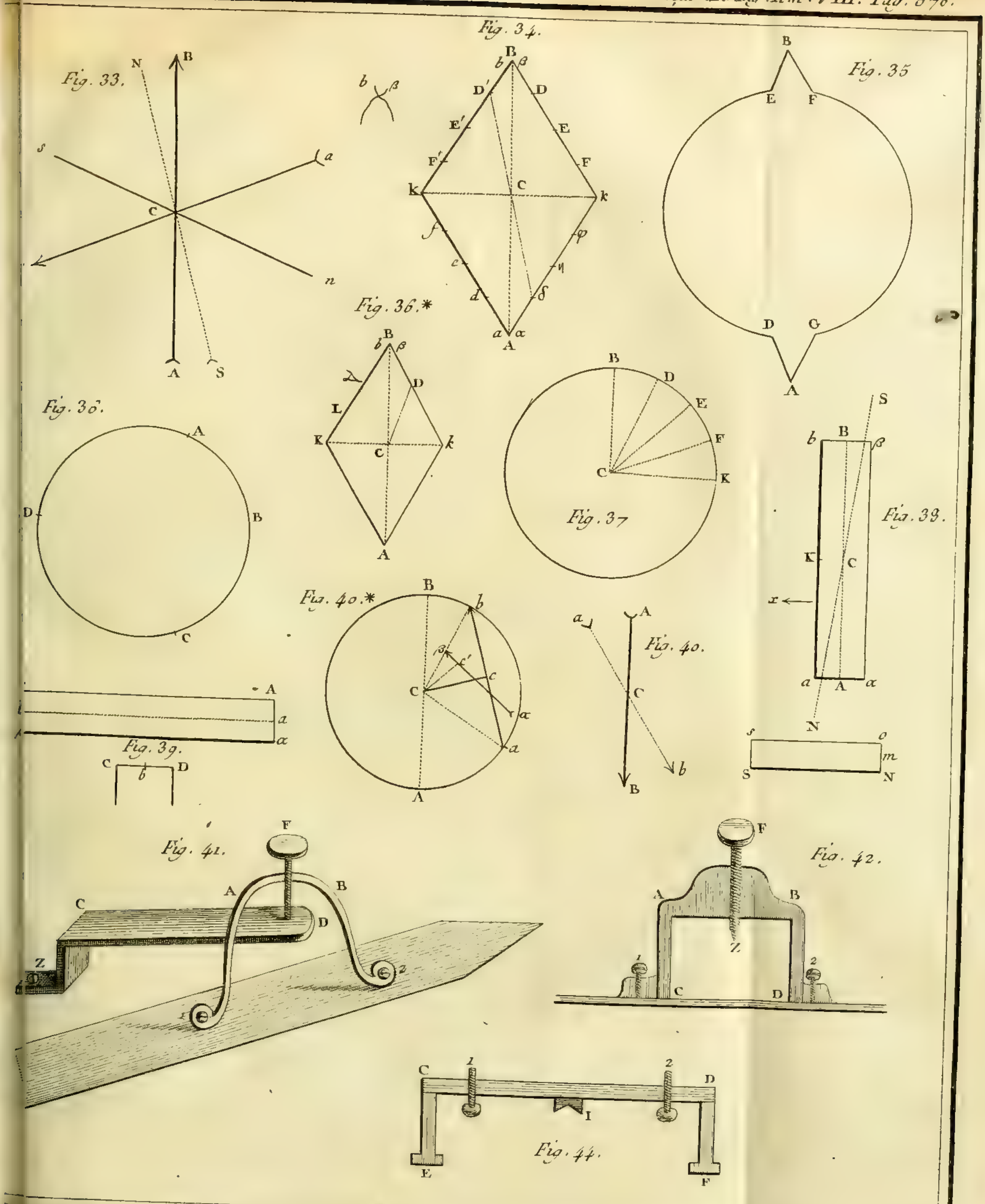
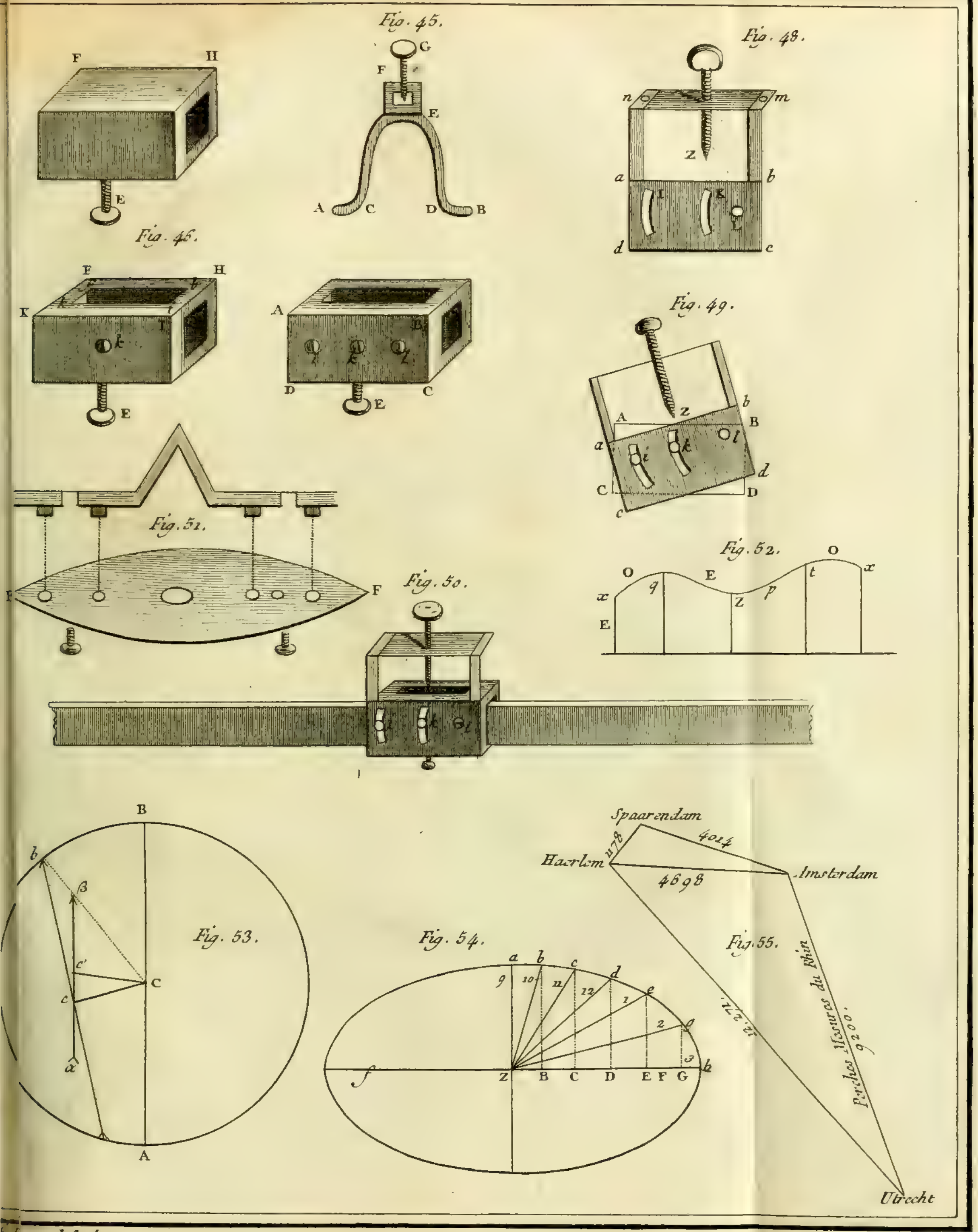


Fig. 33.
Fig. 34.
Fig. 35
Fig. 36.*
Fig. 36.
Fig. 37
Fig. 38.
Fig. 39.
Fig. 40.*
Fig. 40.
Fig. 41.
Fig. 42.
Fig. 44.

...ard Sculp.



lussard Sculp.

NATURAL HIS

TABLES, qui contiennent les Résultats de plus de dix-huit mille Observations, faites par l'Auteur du Mémoire, qui porte pour Devise, Etiam non assecutis voluisse, abunde pulchrum atque magnificum est, *& ceux de quelques Observations faites en d'autres endroits, pour servir d'explication & de preuves à la seconde Partie du même Mémoire.*

TABLE I.re PREMIERE PARTIE. *Resultats generaux pour chaque Mois de l'Annee* 1771.

1771. Nombre d'Observations.		I. Max. de la Decl.		II. Min. de la Decl.		III. Variat. menst.		IV. V. m. moy.	V. Moyen arithmet.		VI. Moyen vrai.			VII. Diff. entre les mois.			VIII. Max. de la V. h.	IX. Var. h. moy.		X. V. menst. m. des h
171	Janvier....	19°	16.5	19°	21.5	0°	15	0°	19°	29'	19°	29	13"	0'	0'			0'	19'	10.04'
343	Fevrier....		12		11		41			31.5		25	28	4	32	E.	14.5'	1	8	27.17
424	Mars......		44		4		40			24		22	48	2	33	E.	15	1	20	21.67
455	Avril......	20	5		21		44			43		46	24	23	16	O.	16	1	24	34.43
441	Mai.......		6		19		47			42.5		41	23	3	1	E.	14	1	47	31.06
415	Juin.......	19	54		19		55			41.5		16	16	6	27	E.	17	1	30	[illegible]
474	Juillet.....		54		11		43			32.5		33	21	3	13	E.	10		31	16.9
496	Août.......		16		6		50			31		11	9	2	14	E.	25, N B.	1	11	40.26
479	Septembre.	20	5		20		45			42.5		48	14	17	5	O.	19		16	32.25
497	Octobre...		5		10		15			17.5		54	17	6	23	O.	9		34	[illegible]
478	Novembre.		5.5		12		13.5			18.75	20		25	5	48	O.	12		38	10.99
497	Decembre.		6		[illegible]		16.5			57.75		1	45	1	20	O.	[illegible]		21	14.41
[illegible]	I. Trimestre.	19	[illegible]	19	4		48	42	19	23	19	25	44				15	1	4	20.19
1314	II Trimestre..	20	6		19		47	42		42.5		41	40	15	56	O.	17	1	29	28.63
[illegible]	III. Trimest		5		6		54	46		35.5		47	38	4	2	E.	25		44	36.47
1472	IV. Trim...		6		[illegible]		17	15		17.5		55	50	21	12	O.	12		31	11.45
[illegible]	I. Semestre.	20	6	19	4	1	2	[illegible]	19	35	19	34	16				17	1	13	24.46
[illegible]	II Semestre.		6		6	1		[illegible]		[illegible]		48	14	13	57	O.	25		33	24.96
[illegible]	I. & IV. Tr	20	6	19	[illegible]	1	[illegible]	[illegible]	19	[illegible]	19	42	5				15		47	16.87
[illegible]	II & III. Tr		6		6	1		44		[illegible]		9	43	2	[illegible]	O.	25	1	7	12.55
[illegible]	Année......	20	6	19	4	1	2	[illegible]	19	1	19	42	3				25		47	24.71

SECONDE PARTIE. *Ordre des Mois.*

I. *Maximum* de la Déclin.		II. *Minimum* de la Déclin.		III. Variation menstruelle.		IV. Variat. menst. moyenne.		V. Moyen arithmetique.		VI. Moyen vrai.		VII. Différence entre les mois.		VIII. *Maximum* de la Var. hor.		IX. Variation hor. moyenne.		X. Variat. menst. moy. des h.	
1	Mai.....	3	Mars....	12	Août....			7	Novemb.	9	Decemb.			10	Août....	1	Mai.....	12	Août.
9	Décemb.	12	Août....	1	Mai.....			8	Décemb.	8	Novemb.	3	Mars-Av.	4	Septemb.	2	Avril....	11	Juillet.
6	Novemb.	2	Février..	5	Septemb.			6	Octobre.	6	Octobre.	8	Août-Sept	3	Juin	5	Mars....	3	Avril.
9	Avril....	11	Juillet...	7	Avril....			9	Avril....	5	Septemb.	11	Mai-Juin.	7	Avril....	7	Août....	10	Septemb.
5	Septemb.	9	Mai.....	9	Juillet...			3	Mai.....	7	Avril....	4	Sept.-Oct.	2	Mars....	4	Juin.....	1	Mai.
7	Octobre.	10	Juin.....	8	Fevrier..			5	Septemb.	3	Mai.....	2	Oct.-Nov.	11	Février..	6	Février..	7	Fevrier.
4	Août....	8	Septemb.	4	Mars....			2	Juin.....	2	Juin	7	Janv.-Fév.	1	Mai.....	9	Janvier..	6	Mars
2	Juin	5	Avril....	2	Juin.....			1	Juillet...	1	Juillet...	10	Juin-Juill.	6	Novemb.	11	Novemb.	4	Juin.
3	Juillet...	1	Janvier..	11	Décemb.			4	Août....	4	Août....	1	Avril-Mai.	8	Juillet...	5	Septemb.	9	Octobre
12	Fevrier..	4	Decemb.	3	Janvier...			12	Janvier..	12	Janvier..	5	Fev.-Mars.	12	Décemb.	10	Octobre.	8	Decemb.
10	Mars....	7	Octobre.	10	Octobre.			10	Mars....	11	Fevrier..	9	Juill. Août.	5	Octobre.	8	Juillet...	5	Novemb.
11	Janvier..	6	Novemb.	6	Novemb.			11	Février..	10	Mars....	6	Nov.-Dec.			12	Decemb.	2	Janvier.
1	II. Trim.	1	I. Trim...	3	III. Trim.	4	III. Trim.	1	IV. Trim.	4	IV Trim.	2	III.-IV. Tr.	3	III. Trim.	1	II. Trim..	3	III. Trim.
3	IV. Trim.	4	III. Trim.	2	I. Trim..	1	II. Trim..	2	II. Trim..	2	II Trim..	1	I.-II. Tr.	1	II. Trim..	2	I. Trim...	1	II. Trim..
2	III. Trim.	3	II. Trim.	1	II Trim.	2	I. Trim .	1	III. Trim.	1	III. Trim.	3	II.-III. Tr.	2	I. Trim...	3	III. Trim.	2	I. Trim.
4	II. Trim.	2	IV. Trim.	4	IV. Trim.	3	IV. Trim.	4	I. Trim...	4	I. Trim. .			4	IV. Trim.	4	IV. Trim.	4	IV. Trim.
	I. Semest.		I. Semest.		I Semest.	2	I. Semest.	1	II. Sem..	1	I. Sem..			2	II. Sem...	1	I. Semest.		II. Sem.
	II Sem .		II. Sem...		II. Sem..	1	II. Sem..	2	I. Semest.	2	I Semest.			1	I. Sem...	2	II. Sem. .		I. Semest.
2.3		1.4	I. IV Tr.	[illegible]	II. III. Tr.	2.3	II. III. Tr.	2	I. IV. Tr.	2	I. IV Tr			1	II. III. Tr.	1	II. III. Tr		II. III. Tr.
1.4		2.3	II. III. Tr.	1.4	I. IV. Tr.	1.4	I. IV. Tr.	1	II. III. Tr.	1	II. III. Tr			2	I. IV. Tr	2	I. IV. Tr.		I. IV. Tr.

TABLE SECONDE.

PREMIÈRE PARTIE.

Résultats généraux pour chaque Mois de l'Année 1772.

Nombre d'Observations. 1772.		I. Max de la Decl.		II. Min. de la Decl.		III. Variat. menst.		IV. V. m. moy.	V. Moyen arithmet.		VI. Moyen vrai.			VII. Diff. entre les mois.			VIII. Max. de la V. h.	IX. Var. h. moy.		X. V. menst. m. des h.
486	Janvier..	20°	10	19°	36'	0°	44'		19°	54'	20°	0'	49"	0'	0"		34'	0	32"	12.78'
416	Février..		12		53		19		20	2.5		1	27		38	O.	12.5		31	12.01
494	Mars....		15		41.5		33.5		19	58.25	19	58	22	3	5	E.	15		48	24.44
461	Avril....		1		16		25			48.5		46	59	11	23	E.	5		24	10.68
424	Mai.....		1		8		13			54.5		46	21		38	E.	10		38	37.95
394	Juin.....	19	40	18	40	1				10		13	43	12	38	E.	22	1	21	31.12
433	Juillet...		26		30		56		18	58	18	57	31	16	12	E.	18	2	41	33.22
495	Août ...		18		32		46			55		48	23	9	8	E.	25	2	3	18.41
442	Septemb.		16		21		55			48.5		47	13	1	10	E.	22	1	56	36.41
442	Octobre.	18	52		8		44			40		23	42	23	21	E.	9		48	37.32
469	Novemb.		29		13		16			21		18	49	4	53	E.	7		17	9.03
486	Décemb.		36		13.5		22.5			24.75		24	16	5	27	O.	12		26	13.94
1436	I. Trim.	20	15	19	36		39	28.83	19	55.5	20		11				34		33	16.41
1279	II. Trim.		1	18	40	1	21	46		20.5	19	35	53	24	18	E.	22		52	24.82
1370	III. Trim.	19	26		21	1	5	52.33		53.5	18	50	56	44	57	E.	25	2	24	29
1397	IV. Trim.	18	52		8		44	27.5	18	30		22	20	28	36	E.	12		27	21.33
2715	I. Semest.	20	15	18	40	1	35	37.41	19	27.5	19	47	25				34		39	20.61
2767	II. Sem..	19	26		8	1	17	39.91	18	47	18	36	44	70	41	E.	25	1	7	25.16
2833	I. IV. Tr..	20	15	18	8	2	7	28.08	19	15.5	19	11	15				34		30	18.87
2649	II. III. Tr.	19	26		21	1	5	49.17	18	53.5	19	13	24	1	9	O.	25	1	38	26.91
5482	Année...	20	15	18	8	2	7	38.66	19	11.5	19	11	31				34		50	22.88

SECONDE PARTIE.

Ordre des Mois.

I. Maximum de la Déclinaison.			II. Minimum de la Déclinaison.			III. Variation menstruelle.			IV. Variat. menstruelle moyenne.			V. Moyen arithmétique.		
8	Mars....	6	7	Octobre.	11	8	Juin.....	12				10	Février..	
10	Février..	5	6	Novemb.	12	12	Juillet...	7				9	Mars....	
12	Janvier..	3	4	Décemb.	8	6	Septemb.	8				12	Janvier..	
7	Avril....	9	9	Septemb.	3	1	Mai.....	11				7	Avril....	
4	Mai.....	4	12	Juillet...	1	7	Août....	9				5	Mai.....	
1	Juin.....	7	10	Août....	7	5	Octobre.	5				1	Juin.....	
3	Juillet...	12	11	Juin	10	3	Janvier..	1				2	Juillet...	
2	Août....	10	8	Mai.....	9	4	Mars....	4				3	Août....	
5	Septemb.	11	1	Janvier..	2	9	Avril....	6				4	Septemb.	
6	Octobre.	2	5	Avril....	6	11	Décemb.	10				6	Octobre.	
11	Décemb.	8	3	Mars....	5	2	Février..	3				11	Decemb.	
9	Novemb.	1	2	Février..	4	10	Nov. ...	2				8	Novemb.	
1	I. Trim...	2	2	IV. Trim.	2	1	II. Trim..	3	1	III. Trim.	4	4	I. Trim. .	3
1	II. Trim..	3	4	III. Trim.	1	4	III. Trim.	4	2	II. Trim..	1	2	II. Trim..	4
2	III. Trim.	4	3	II. Trim.	3	3	IV. Trim.	2	4	I. Trim. .	3	1	III. Trim.	2
3	IV. Trim.	1	1	I. Trim. .	4	2	I. Trim...	1	3	IV. Trim.	2	3	IV. Trim.	1
2	I. Sem. . .	2	2	II. Sem. .	1	1	I. Semest.	2	1	II. Sem...	1	2	I. Semest.	2
1	II. Sem. .	1	1	I. Sem...	2	2	II. Sem. .	1	2	I. Semest.	2	1	II. Sem. .	1
2	I. IV. Tr..	2	1	I. IV. Tr.	2	2	I. IV. Tr..		1	II. III. Tr.	2	2	I. IV. Tr..	2
1	II. III. Tr.	1	2	II. III. Tr	1	1	II. III. Tr.		2	I. IV. Tr.	1	1	II. III. Tr.	1

VI. Moyen vrai.			VII. Différence entre les mois.		VIII. Maximum de la Var. hor.		IX. Variation horaire moyenne.			X. Variat. menst. moy. des h.	
11	Février..	9			8	Janvier..	6	Juillet...	9	9	Mai.
12	Janvier..	8	1	Mai-Juin.	7	Août....	1	Août....	8	8	Octobre.
9	Mars....	12	5	Sept.-Oct.	3	Septemb.	3	Septemb.	7	7	Septemb.
8	Avril....	6	10	Juin-Juill.	1	Juin	2	Juin	12	12	Juillet.
6	Mai.....	4	8	Mars-Avril.	10	Juillet...	7	Octobre.	5	5	Juin.
3	Juin.....	5	11	Juill. Août.	4	Mars	8	Mars....	2	2	Mars.
1	Juillet...	11	3	Nov.-Déc.	2	Février..	4	Mai.....	3	3	Decemb.
2	Août....	7	2	Oct.-Nov.	12	Décemb.	12	Janvier..	11	11	Août.
4	Septemb.	10	7	Fév.-Mars.	6	Mai.....	9	Février..	1	1	Janvier.
10	Decemb.	2	6	Août-Sept.	11	Octobre.	10	Décemb.	4	4	Février.
5	Octobre.	3	4	Avril-Mai.	9	Novemb.	5	Avril....	10	10	Avril.
7	Novemb.	1	9	Janv.-Fév.	5	Avril...	11	Novemb.	6	6	Novemb.
4	I. Trim..	3			2	I. Trim...	1	III. Trim.		4	III. Trim.
2	II. Trim..	4	3	II.-III. Tr.	3	III. Trim.	2	II. Trim..		3	II. Trim.
1	III. Trim.	2	2	III.-IV. Tr.	1	II. Trim..	3	I. Trim. .		2	IV. Trim.
3	IV. Trim.	1	1	I.-II. Tr. .	4	IV. Trim.	4	IV. Trim.		1	I. Trim.
2	I. Semest.	2			1	I. Semest.	2	II. Sem. .		1	II. Sem.
1	II. Sem. .	1			2	II. Sem. .	1	I. Semest.		2	I. Semest.
1	II. III. Tr.	1			2	I. IV. Tr..	1	II. III. Tr.		2	II. III. Tr.
2	I. IV. Tr..	2			1	II. III. Tr	2	I. IV. Tr..		1	I. IV. Tr.

TABLE TROISIÈME.

PREMIÈRE PARTIE.

Resultats generaux pour chaque Mois de l'Année 1773.

Nombre d'Observations 1773.	Mois	I. Max. de la Decl	II. Min. d la Decl	III. Var. at. menst	IV. V. m. moy	V. Moyen arithmét	VI. Moyen vrai	VII. Diff. entre les mois	VIII. var. de la V. h.	IX. Var. h moy.	X. V. menst m. des h.
415	Janvier..	18 9'	18° 24	31'		13 41.5'	18 16 15"	0 0'	10	0 13'	32.15'
445	Fevrier..	49	25	24		37.5	14 51	1 44 E.	16.5	38	21.09
481	Mars....	0	15	11		2.8	16 17	1 46 O.	13	1 4	22.45
446	Avril....	49	13	13		32.5	11 28	4 49 E.	10	1 5	21.85
478	Mai	45	11	24		25	21 11	9 17 E.	10	18	16.35
428	Juin....	55	10	25		22.5	23 16	1 45 O.	12	59	17.7
422	Juillet...	40	2	38		21	19 47	3 49 E.	19	1 14	21.07
427	Août ...	47	17 59	48		23	20 7	20 O.	20	2 13	26.47
412	Septemb.	19.5	18 5	34.5		22.75	25 33	5 26 O.	11	1 27	23.97
496	Octobre.	47	8	19		27.5	26 31	58 O	7	29	30.94
466	Novemb.	26	5	21		1.5	16 9	10 22 E.	6	25	16.47
497	Decemb	29	7	22		18	22 1	5 52 O	9	13	12.82
1373	I Trim..	18 19	18 15	44	31.33	18 38	18 31 14		16.5	50	25.15
1422	II. Trim.	49	10	39	27.33	29.5	25 38	9 56 E.	12	56	18.56
1374	III. Trim.	47	17 59	48	40	23	21 48	3 50 E.	20	1 57	24.33
1459	IV. Trim.	47	18 5	42	27.33	26	21 55	12 33 E.	9	24	20.08
2795	I. Semest.	18 19	18 10	49	29.33	18 34.5	18 30 30		16.5	52	21.85
2833	II Sem..	47	17 50	48	33.67	23	21 41	8 58 E.	20	58	22.30
2832	I. IV. Tr..	18 59	18 5	14	29.33	18 32	18 28 14		16.5	37	22.61
696	II. III. Tr.	49	17 59	50	33.67	24	23 43	4 51 E.	20	1 16	21.54
5628	Année...	18 19	17 19	1	31.5	18 29	18 26 8		20	53	22.07

SECONDE PARTIE.

Ordre des Mois.

I. Maximum de la Déclinaison.			II. Minimum de la Declinaison.			III. Variation menstruelle.			IV. Variat. menstruelle moyenne			V. Moyen arithmetique.		
11	Janvier..	8	12	Août....		8	Août....	8				11	Janvier..	
8	Mars ...	10	11	Juillet...		7	Octobre.	6				12	Fevrier..	
12	Fevrier..	9	9	Septemb.		6	Juillet...	4				9	Mars....	
7	Avril....	11	5	Novemb.		9	Janvier..	7				7	Avril....	
6	Octobre.	1	4	Decemb.		3	Mars....	11				6	Octobre.	
1	Août....	12	8	Octobre.		5	Septemb.	1				5	Mai ...	
2	Juillet...	7	10	Juin		4	Avril....	12				1	Août....	
4	Septemb.	4	7	Mai.....		10	Juin.....	3				4	Septemb.	
3	Mai.....	5	3	Mars....		2	Février..	10				3	Juin.....	
5	Juin.....	6	6	Avril....		1	Mai.....	5				2	Juillet...	
10	Décemb.	2	2	Janvier..		12	Decemb.	9				10	Decemb.	
9	Novemb.	3	1	Fevrier..		11	Nov. ...	2				8	Novemb.	
4	I. Trim...	4	3	III. Trim.	1	4	III. Trim.	1	3	III. Trim.	1	1	I. Trim..	4
1	II. Trim..	3	2	IV. Trim.	4	1	I. Trim...	4	1	I. Trim..	4	1	II. Trim..	2
2	III. Trim.	2	3	II. Trim.	3	3	IV. Trim.	2	2	II. Trim..	3	3	IV Trim	1
3	IV. Trim.	1	1	I. Trim..	2	2	II. Trim..	3	4	IV. Trim.	2	2	III. Trim.	3
2	I. Sem...	2	2	II. Sem..	1	1	I. Semest.	2	2	II. Sem...	1	2	I. Semest	2
1	II. Sem..	1	1	I. Sem...	2	2	II. Sem..	1	1	I. Semest.	2	1	II. Sem..	1
2	I. IV. Tr..	1	2	II. III. Tr	1	1	I. IV. Tr..	1	1	II. III. Tr.	2	2	I. IV. Tr..	2
1	II. III. Tr.	2	1	I. IV. Tr.	2	2	II. III. Tr.	2	2	I. IV. Tr.	1	1	II. III. Tr.	1

VI. Moyen vrai.			VII. Difference entre les mois		VIII. Maximum de la Var. hor.		IX. Variation hor. moyenne.		X. Variat. menst. moy. des h.	
9	Mars....	5			2	Août ...	5	Août..	3	Janvier.
10	Janvier..	9	1	Oct.-Nov	1	Juillet.	8	Septemb.	11	Octobre.
12	Fevrier..	6	4	Avril-Mai.	5	Fevrier.	4	Juillet...	5	Août.
7	Avril....	3	1	Nov.-Dec	11	Mars...	7	Avril....	12	Septemb.
6	Octobre.	1	9	Août-Sept.	6	Juin	6	Mars....	8	Mars
4	Septemb.	10	3	Mars Avril	4	Septemb.	1	Juin.....	9	Avril.
3	Juin.....	7	11	Juin-Juill	12	Janvier..	3	Mai.....	2	Fevrier
11	Decemb.	2	2	Fev.-Mars	8	Avril...	10	Fevrier..	7	Juillet.
5	Mai	4	7	Mai-Juin.	3	Mai.....	9	Janvier..	11	Juin.
1	Août....	11	6	Janv.-Fev.	10	Decemb	2	Octobre.	6	Novemb
2	Juillet...	12	8	Sept.-Oct.	7	Octobre.	11	Novemb.	1	Mai.
8	Novemb.	3	10	Juill.-Août.	9	Novemb.	12	Decemb.	4	Decemb.
4	I. Trim..	3	4		1	III Trim.	2	III. Trim	1	I. Trim.
2	II. Trim..	1	2	I.-II. Tr..	3	I. Trim ..	1	II. Trim..	2	III. Trim.
1	III. Trim	4	3	II.-III. Tr	2	II Trim..	3	I. Trim...	3	IV. Trim.
4	IV. Trim.	1	1	III.-IV. Tr.	4	IV. Trim.	4	IV. Trim.	4	II. Trim.
2	I. Semest.	2			1	II. Sem..	2	II. Sem..	2	II. Sem.
1	II. Sem..	1			2	I. Semest.	1	I. Semest.	1	I. Semest.
2	I. IV. Tr..	1			1	II. III. Tr.	1	II. III. Tr.	1	I. IV. Tr.
1	II. III. Tr.	2			2	I. IV. Tr..	2	I. IV. Tr.	2	II. III. Tr.

TABLE QUATRIÈME.

PREMIÈRE PARTIE.

Variations diurnes & nocturnes, pour chaque mois de l'Année 1771.

1771.	I. Var. diurne tot. Max.	Min.	Moy.	II. Var. diurne à l'O. Max.	Min.	Moy.	III. Var. diurne à l'E. Max.	Min.	Moy.	IV. Variations nocturnes. Max.	M.	Moy.	Nomb. des Var. E.	O.	nul	Som.	V. V. d. de 6h du m. à 6h du m. Max.	Moy.	Nomb. des Var. E.	O.	nul	Som.
Janvier..	15	0.5	4.65	6.5		4.04	8	0.25	3.74	7		2.45	5	8	2	15	8	3.8	7	13	2	22
Fevrier..	34.5	1	12.06	31.5	1	8.94	26	2	8.98	7		2.28	11	14	3	28	11	4.38	13	13	2	28
Mars....	30	5.25	14.38	28	0.5	11.75	25	0.5	10.1	19		4.4	18	10	3	31	16	5.41	12	16	3	31
Avril....	31	5	15.45	31	1	14.55	18		6.72	14	1	7.2	27	3		30	17.5	5.41	11	17	2	30
Mai.....	35	5.5	17.06	25	5.5	14.07	33	0.5	8.5	14		6.1	28	1	1	30	24	4.8	17	9	3	29
Juin.....	29.5	7	15.37	25	4	13.88	29	0.5	7.5	15		5.91	25	0	4	29	20	4.57	12	15	1	28
Juillet...	23	1	8.29	23	1	6.02	11	1	6.45	11		2.26	7	13	11	31	18	5.8	16	13	2	31
Août....	34	1	15.6	34	1	13.8	19		7.77	17.5		5.22	13	4	7	24	10	6.61	11	12	1	24
Septemb.	23.5	1	9.11	13		5.16	15.5		4.72	11		2.01	14	14	2	30	13.5	4.02	12	12	6	3
Octob...	21	1	5.87	21		3.90	20	0.5	3.89	8		0.97	11	10	10	31	11	2.59	16	11	4	31
Novemb.	12	1.75	8.38	10.5	0.5	5.5	10.5	0.5	3.97	10		2.6	14	10	5	29	10	5.04	16	9	3	28
Decemb.	12	1	3.63	9.5		2.2	9.25		2.14	8.5		1.26	5	15	11	31	9	1.88	12	14	5	31
I. Trim...	34.5	0.5	10.36	31.5		8.21	26	0.25	7.37	19		3.05	34	32	8	74	16	4.53	32	42	7	81
II. Trim..	35	5	16.07	31	1	14.36	33		7.49	15		6.86	80	4	5	89	24	5.09	40	41	6	87
III. Trim.	34	1	10.97	34	1	8.33	19		8.75	17.5		3.46	34	31	20	85	20	5.38	39	37	9	85
IV. Trim	21	1	6.29	21		3.62	20		3.31	10		1.06	30	35	26	91	11	3.15	44	34	12	[illegible]
I. Sem...	35	0.5	13.26	31.5		11.3	33		7.43	19		4.95	114	36	13	163	24	4.81	72	83	13	168
II. Sem..	34	1	8.57	34	1	6.03	20		6	17.5		3.59	64	66	46	176	20	4.23	83	71	21	175
I. IV Tr.	34.5	0.5	8.32	31.5		5.93	26		5.36	19		3.25	64	67	34	165	16	3.84	76	76	19	171
II. III. Tr.	35	1	13.52	31.5	1	11.34	33		8.12	17.5		5.16	114	35	25	174	24	5.23	79	78	15	172
Année...	35	0.5	12.97	34		8.57	33		6.71	19		4.27					24	4.52	155	154	34	343

SECONDE PARTIE.

Ordre des Mois.

1771.	I. Variation diurne totale. Maximum.	Minimum.	Moyen.	II. Variation diurne à l'Oueſt. Maximum.	Minim.	Moyen.	III. Variation diurne à l'Eſt. Maximum.	Minimum.	Moyen.	IV. Variation nocturne. Maximum.	Minimum.	Moyen.	V. Variat. de 6 h. du mat. à 6 h. Maximum.	Moyen.
Janvier..	1 Mai....	5 Janvier..	1 Mai....	9 Août....	Janvier..	7 Avril....	2 Mai....	Avril....	5 Mars....	6 Mars....	12 Janvier..	3 Avril....	9 Août....	12 Août.
Fevrier..	11 Février..	5 Février..	8 Août....	10 Février..	Septemb.	1 Mai.....	5 Juin.....	Août....	9 Février..	12 Août....	1 Février..	1 Mai.....	6 Mai.....	11 Juillet.
Mars....	10 Août....	10 Juillet...	2 Juin....	8 Avril....	Octobre.	3 Juin.....	11 Fevrier..	Septemb	1 Mai.....	7 Juin.....	2 Mars....	2 Juin....	12 Juin.....	7 Mars.
Avril....	5 Avril....	7 Août....	3 Avril....	7 Mars....	Décemb.	8 Août....	3 Mars....	Decemb.	7 Août....	1 Avril....	11 Mai.....	12 Août....	11 Juillet...	6 Avril.
Mai.....	2 Mars....	9 Septemb.	4 Mars....	1 Mai.....	Mars....	6 Mars....	8 Octobre.	Janvier..	3 Juin....	3 Mai.....	4 Juin.....	11 Mars....	5 Avril....	1 Novem.
Juin.....	6 Juin....	6 Octobre.	9 Février..	3 Juin.....	Novemb.	9 Février..	10 Août....	Mars....	6 Juillet...	10 Juillet...	7 Juillet...	6 Septemb.	10 Mars....	8 Mai.
Juillet...	4 Septemb.	3 Décemb.	5 Septemb.	4 Juillet...	Février..	4 Juillet...	6 Avril....	Mai.....	4 Avril....	5 Septemb.	8 Août....	5 Novemb.	3 Septemb.	10 Juin.
Août....	3 Juillet...	4 Novemb.	10 Novemb.	5 Octobre.	Avril....	10 Novemb.	4 Septemb.	Juin....	2 Septemb.	2 Novemb.	9 Septemb.	4 Janvier..	7 Février..	9 Février.
Septemb.	8 Octobre.	8 Avril....	6 Juillet...	2 Septemb.	Juillet...	2 Septemb.	1 Juillet...	Octobre.	10 Novemb.	9 Decemb.	10 Octobre.	10 Février..	1 Octobre.	3 Septem.
Octob...	9 Novemb.	2 Mars....	7 Octobre.	6 Novemb.	Août....	12 Janvier..	9 Novemb.	Novemb.	8 Octobre.	6 Octobre.	5 Novemb.	8 Juillet...	4 Novemb.	5 Janvier.
Novemb.	12 Décemb.	12 Mai.....	11 Janvier..	12 Décemb.	Juin.....	5 Octobre.	12 Décemb.	Février..	11 Janvier..	4 Janvier..	6 Décemb.	9 Décemb.	2 Décemb.	4 Octobre.
Decemb.	7 Janvier..	1 Juin.....	12 Décemb.	11 Janvier..	Mai.....	11 Décemb.	7 Janvier..	Juillet...	12 Décemb.	11 Février..	3 Avril....	7 Octobre.	8 Janvier..	2 Decem.
I. Trim...	1 II. Trim..	4 I. Trim...	1 II. Trim.	2 III. Trim.	I. Trim...	1 II. Trim..	2 II. Trim..	2 II. Trim..	III. Trim.	2 I. Trim...		1 II. Trim..	4 II. Trim..	4 III. Trim.
II. Trim..	2 I. Trim. .	2 III. Trim.	2 III. Trim.	1 II. Trim.	IV. Trim.	2 III. Trim.	3 I. Trim...	3 III. Trim.	II. Trim..	III. Trim.		3 III. Trim.	3 III. Trim.	3 II. Trim.
III. Trim.	3 III. Trim.	3 IV. Trim.	3 I. Trim...	4 I. Trim...	II. Trim.	4 I. Trim. .	4 IV. Trim.	4 IV. Trim.	I. Trim...	1 II. Trim..		2 IV. Trim.	2 I. Trim...	2 I. Trim.
IV. Trim	4 IV. Trim.	1 II. Trim..	4 IV. Trim.	3 IV. Trim.	III. Trim.	3 IV. Trim.	1 III. Trim.	1 I. Trim. .	IV. Trim.	IV. Trim.		4 I. Trim. ..	1 IV. Trim.	1 IV. Trim.
I. Sem...	1 I. Semeſt.	2 I. Semeſt.	1 I. Semeſt.	2 II. Sem...	I. Semeſt.	1 I. Semeſt.	1 II. Sem. .	I. Semeſt.	I. Sem...	I. Sem...		1 I. Sem. ..	II. Sem...	2 I. Sem.
II. Sem..	2 II. Sem. .	1 II. Sem...	2 II. Sem. .	1 I. Semeſt	II. Sem. .	2 II. Sem. .	2 I. Semeſt.	II. Sem. .	II. Sem...	II. Sem...		2 II. Sem. .	I. Sem. ..	1 II. Sem.
I. IV Tr.	II. III. Tr.	I. IV. Tr.	II. III. Tr.	II. III. Tr.	I. IV. Tr.	II. III. Tr.	II. III. Tr.		II. III. Tr.	I. IV. Tr.		II. III. Tr.	II. III. Tr.	II. III. Tr.
II. III. Tr.	I. IV. Tr..	II. III. Tr.	I. IV. Tr.	I. IV. Tr.	II. III. Tr.	I. IV. Tr..	I. IV. Tr.		I. IV. Tr.	II. III. Tr.		I. IV. Tr..	I. IV. Tr..	I. IV. Tr.
Année...														

TABLE CINQUIÈME.

PREMIÈRE PARTIE.

Variations diurnes & nocturnes pour chaque Mois de l'Année 1772.

	I. Variat. diurne tot.			II. Var. diurne à l'O.			III. Var. diurne à l'E.			IV. Variations nocturnes.						V. V. diurne de 6h du m. à 6h du m						
												Nomb. des Var.							Nomb. des Var.			
1772.	*Max.*	*Min.*	Moy.	*Max.*	*Min.*	Moy.	*Max.*	*Min.*	Moy.	*Max.*	Moy.	E.	O.	nul	Som.	*Max.*	*M.*	Moy.	E.	O.	nul	Som
...vier..	34	0.75	6.19	15	0.25	4.58	34	0.25	5.40	17	2.05	6	13	11	30	10.5		2.45	14	9	6	29
...vrier..	14.5	0.5	6.57	11.5	0.25	4.56	14.5	0.5	4.35	10	1.67	7	12	9	28	10		3	13	13	3	29
...rs....	23.5	1.25	[illegible].87	21.5	1.25	7.94	21	0.75	6.73	6.5	2.12	19	5	5	29	9.5		2.33	15	11	3	29
...il...	18	0.5	4.64	15	0.5	3.9	10	0.5	2.41	8	2.5	19	6	4	29	9		2.66	13	10	6	29
...i.....	16.5	1	6.29	14		6.14	14.5		3.07	8.5	2.68	28		2	30	16.5		3.17	16	9	5	30
...n.....	48	1.5	13.17	29		10.5	24		7.92	15	3.62	21		4	25	15		6.14	14	9	2	25
...illet...	46	11	26.46	45.5	8.5	21.3	27	9	17.14	20	7.04	16	6	1	23	20	1	8.48	15	10		25
...ût....	42	7.5	19.98	39	5.5	16.74	32		13.03	10	4.02	17	4	2	23	9		3.45	14	11	6	31
...ptemb.	46	5	15.41	36	1.5	13.07	26	2	12.98	12	2.5	16	4	6	26	13		4	17	9	1	27
...obre..	23	2	9.4	15		6.77	16	1.5	5.72	11	2	6	9	9	24	16		3.8	6	12	6	24
...ovemb.	13	1.5	5.47	10	0.5	2.75	7.5	0.5	2.98	6	1.43	10	9	8	27	5		1.71	10	15	3	28
...écemb.	15	0.5	3.87	14.5		2.68	6		1.93	5	0.93	10	10	8	28	10.5		1.38	11	15	3	29
...Trim...	34	0.5	7.6	23.5	0.25	5.65	34	0.25	5.5	17	1.96	32	30	25	87	10.5		2.65	42	33	12	87
...Trim..	38	0.5	8.06	29		6.79	24		4.41	15	2.97	68	6	10	84	16.5		3.81	43	28	13	84
...I. Trim.	46	5	20.51	45.5	1.5	17.02	32		14.31	20	4.44	49	14	9	72	20		5.26	46	30	7	83
...Trim.	23	0.5	6.14	10		3.95	16		3.45	11	1.43	26	28	25	79	16		2.26	27	42	12	81
...Sem...	38	0.5	7.75	29		6.23	34		4.91	17	2.46	100	36	35	171	16.5		3.28	85	61	25	171
...Sem...	46	0.5	13.32	45.5		10.45	31		8.81	20	2.91	75	42	34	151	20		3.73	73	72	19	164
...Tr..	34	0.5	6.87	23.5		4.82	34		4.47	17	1.7[illegible]	58	53	30	16[illegible]	16		2.46	69	75	24	168
...III. Tr	46	0.5	14.3[illegible]	45.5		11.90	32		7.36	20	3.7[illegible]	117	24	19	156	20		[illegible].53	89	58	20	167
...née...	46	0.5	10.5	45.5		8.41	34		6.85	20	2.68	175	78	69	322	20		3.43	158	133	54	335

SECONDE PARTIE.

Ordre des Mois.

I. Variation diurne totale.						II. Variation diurne à l'Ouest.						III. Variation diurne à l'Est.					
Maximum.		*Minimum.*		Moyen.		*Maximum.*		*Minimum.*		Moyen.		*Maximum.*		*Minimum.*		Moyen.	
8	Juillet...	7	Février..	9	Juillet...	9	Juillet...	12	Mai.....	8	Juillet...	10	Janvier..	12	Mai.....	1	Juillet...
3	Août....	5	Avril....	4	Août ...	3	Août....	4	Juin	2	Août....	1	Août....	4	Juin....	2	Août....
4	Juin	1	Décemb.	1	Septemb.	8	Septemb.	9	Octobre.	7	Septomb.	5	Juillet...	11	Août....	6	Septemb.
9	Septemb.	2	Janvier..	6	Juin.....	2	Juin.....	2	Décemb.	3	Juin.....	7	Septemb.	3	Décemb.	4	Juin ....
11	Janvier..	12	Mai.....	3	Mars....	1	Mars....	1	Janvier..	6	Mars....	2	Juin.....	1	Janvier..	8	Mars ....
1	Mars....	4	Mars....	5	Octobre.	5	Octobre.	5	Fevrier..	1	Octobre.	9	Mars....	2	Fevrier..	7	Octobre.
6	Octobre.	8	Juin.....	7	Mai.....	11	Janvier..	7	Avril....	4	Mai.....	4	Octobre.	9	Avril....	11	Janvier..
7	Avril....	3	Novemb.	11	Février...	7	Avril....	3	Novemb.	9	Février..	8	Février..	5	Novemb.	9	Février..
5	Mai.....	9	Octobre.	10	Janvier..	10	Décemb.	6	Mars....	10	Janvier..	3	Mai.....	8	Mars....	3	Mai.....
10	Décemb.	6	Septemb.	2	Novemb.	4	Mai.....	10	Septemb.	5	Avril....	6	Avril....	7	Octobre.	10	Novemb.
2	Février..	11	Août....	8	Avril....	6	Février..	11	Août....	12	Novemb.	11	Novemb.	6	Septemb.	5	Avril....
12	Novemb.	10	Juillet...	12	Decemb.	12	Novemb.	8	Juillet..	11	Décemb.	12	Décemb.	10	Juillet...	12	Decemb.
2	III. Trim.	3	I. Trim. .	1	III. Trim.	3	III. Trim.	2	II. Trim..	1	III. Tr...		I. Trim...		II. Trim..	1	III. Trim.
3	II. Trim..	1	II. Trim..	2	II. Trim..	2	II. Trim..		IV. Trim.	2	II. Trim..	1	III. Trim.		III. Trim.	3	I. Trim...
1	I. Trim...	4	IV. Trim.	3	I. Trim...	1	I. Trim...		I. Trim...	3	I. Trim...	2	II. Trim..		IV. Trim.	2	II. Trim. .
4	IV. Trim.	2	III. Trim.	4	IV. Trim.	4	IV. Trim.	1	III Trim.	4	IV. Trim.	3	IV. Trim.		I Trim...	4	IV. Trim.
	II. Sem...			1	II. Sem...	2	II. Sem...		I. Sem...		II. Sem...	2	I. Sem...		I. Sem...	1	II. Sem...
	I. Sem...			2	I. Sem...	1	I. Sem...		II. Sem...		I. Sem...	1	II. Sem...		II. Sem...	2	I. Sem...
	II. III. Tr.				III. II. Tr.		III. II. Tr.		I. IV. Tr..		II. III. Tr.		I. IV. Tr.		I. IV. Tr..		II. III. Tr.
	I. IV. Tr..				I. IV. Tr..		I IV. Tr..		II. III. Tr.		I. IV. Tr..		II. III. Tr.		II. III. Tr.		I. IV Tr..

IV. Variation nocturne.				V. Variation de 6 h. du matin à 6 h.					
Maximum.		Moyen.		*Maximum.*			Moyen.		
3	Juillet...	2	Juillet...	11	Juillet...	9	10	Juillet...	6
4	Janvier..	8	Août....	12	Mai.....	5	12	Juin	12
1	Juin.....	5	Juin.....	7	Octobre.	1	8	Septemb.	9
7	Septemb.	7	Mai.....	10	Juin	12	1	Octobre.	3
2	Octobre.	6	Avril.....	4	Septemb.	10	9	Août....	4
11	Fevrier..	9	Septemb.	3	Janvier..	3	11	Mai.....	7
10	Août....	4	Mars....	5	Décemb.	2	2	Février..	11
9	Mai.....	10	Janvier..	1	Février..	11	6	Avril....	2
6	Avril....	3	Octobre.	6	Mars....	4	4	Mars....	8
5	Mars....	1	Février..	9	Avril....	[illegible]	3	Janvier..	1
12	Novemb.	11	Novemb.	8	Août....	8	7	Novemb.	5
8	Decemb.	12	Decemb.	2	Novemb.	6	5	Decemb.	10
3	III. Trim.	1	III. Trim.	3	III. Trim.	4	3	III. Trim.	2
4	I. Trim...	2	II Trim..	4	II. Trim..	3	4	II. Trim..	3
1	II. Trim..	1	I. Trim...	2	IV. Trim.	1	1	I. Trim...	1
2	IV. Trim.	3	IV. Trim.	1	I. Trim .	2	2	IV. Trim.	4
	II. Sem...		II. Sem...		II. Sem...	1	2	II. Sem...	1
	I. Sem...		I. Sem...		I. Sem...	2	1	I. Sem...	2
	II. III. Tr.		II. III. Tr		II. III. Tr.	2		II. III. Tr.	2
	I. IV Tr.		I IV. Tr..		I. IV. Tr..	1		I. IV. Tr.	1

TABLE SIXIÈME.

PREMIÈRE PARTIE.

Variations diurnes & nocturnes, pour chaque mois de l'Année 1773.

1773.	I. Var. diurne tot.			II. Var. diurne à l'O.			III. Var. diurne à l'E.			IV. Variations nocturnes.						V. Var. d. de 6^h du m. à 6^h du m.						
	Max.	*Min.*	Moy.	*Max.*	*Min.*	Moy.	*Max.*	*Min.*	Moy.	*Max.*	Moy.	*Nomb. des Var.* E.	O.	nul	Som.	*Max.*	*M.*	Moy.	*Nomb. des Var.* E.	O.	nul	Som.
Janvier..	16.5	0.5	4.96	16.5		2.91	14		3.34	21	1.12	9	10	7	26	19.5	0.5	5.25	10	10	5	25
Février..	19	1	7.91	14	1	4.77	19	0.5	6.56	9	1.66	3	10	8	27	20		3.28	11	11	6	28
Mars....	25	3	11.6	25	1	9.84	16	2.5	8.72	4	0.18	10	4	14	28	15		4.05	13	11	4	28
Avril....	21	4	10.58	21	2	8.88	16	1	8.21	10	2.65	19	4	3	26	11		2.69	14	10	4	28
Mai.....	17	4	9.86	13	1	8.8	15		7.3	6	1.86	19	3	6	28	9		1.9	10	9	8	27
Juin.....	20	5	12.04	18		8.7	19	2	6.04	10	3.2	15	3	7	25	16	1	4.68	12	11	2	25
Juillet...	25	7	14.95	24	1	11.8	23	4	10.4	19	3.4	13	5	5	23	14		4.73	11	7	4	22
Août....	45	7	24.2	32	7	18	39	6	19.16	22	5.64	13	16	2	31	17		6.35	16	14	1	31
Septemb.	25	5	17.41	25	2	11.9	23	2	11.5	12	2.41	7	9	6	22	18		4.59	6	13	3	22
Octob...	17	1	6.12	17	1	5.73	15	1	4.72	10	1.62	11	8	5	24	9		2.5	9	10	5	24
Novemb.	15	1	6.5	10		4.14	16		4.31	5	1.26	6	9	11	26	12		2.82	13	11	4	28
Decemb.	18		4.25	8		2.83	18		2.62	3	0.8	5	11	14	30	13		2.01	10	13	7	30
I. Trim...	25	0.5	8.22	25		5.91	19		6.18	21	1.22	22	30	29	81	20		3.29	34	32	15	81
II. Trim..	21	4	10.72	21		8.5	19		7.19	10	2.75	53	10	16	79	16		3.07	36	30	14	80
III. Trim.	45	5	17.12	32	1	14.02	39	2	14	22	3.92	33	30	13	76	18		5.29	33	34	8	75
IV. Trim	18		5.3	17		4.24	18		3.8	10	1.21	22	28	30	80	13		2.43	32	34	16	82
I. Sem...	25	0.5	9.45	25		7.33	19		6.67	21	1.89	75	40	45	160	20		3.17	70	62	29	161
II. Sem..	45		12.7[illegible]	32		9.05	39		8.91	22	1.58	55	58	43	156	18		3.85	65	68	24	157
I. IV. Tr.	25		6.76	25		5.07	19		5.0	22	1.22	44	58	59	161	20		2.86	66	66	31	164
II. III. Tr.	45	4	14.91	32		11.26	39		10.59	22	3.33	86	40	29	155	18		4.18	69	64	22	155
Année...	45		10.7	32		8.15	39		7.22	21	2.2[illegible]	[illegible]	[illegible]	88	316	2[illegible]		3.4[illegible]	135	13[illegible]	[illegible]	316

SECONDE PARTIE.

Ordre des Mois.

I. Variation diurne totale. *Maximum.*		*Minimum.*		Moyen.		II. Variation diurne à l'Ouest. *Maximum.*		*Minimum.*		Moyen.	
4	Août....	1	Decemb.	5	Août....	3	Août....	3	Janvier..	4	Août....
3	Mars....	2	Janvier..	6	Septemb.	2	Mars....	5	Juin.....	6	Septemb.
9	Juillet...	6	Février..	8	Juillet...	7	Septemb.	2	Novemb.	8	Juillet...
8	Septemb.	11	Octobre.	2	Juin....	8	Juillet...	4	Décemb.	1	Mars....
5	Avril....	4	Novemb.	4	Mars....	4	Avril....	6	Février..	2	Avril....
7	Juin....	8	Mars....	3	Avril....	9	Juin.....	12	Mars....	3	Mai.....
1	Fevrier..	12	Avril....	1	Mai.....	5	Octobre.	7	Mai.....	5	Juin.....
11	Décemb.	5	Mai.....	9	Fevrier..	12	Janvier..	8	Juillet...	7	Octobre.
6	Octobre.	3	Juin.....	10	Novemb.	1	Février..	1	Octobre.	9	Février..
2	Mai.....	9	Septemb.	7	Octobre.	6	Mai.....	10	Avril....	10	Novemb.
12	Janvier..	10	Juillet...	12	Janvier..	10	Novemb.	9	Septemb.	12	Janvier..
10	Novemb.	7	Août....	11	Décemb.	11	Décemb.	11	Août....	11	Décemb.
3	III. Trim.	1	IV. Trim.	2	III. Trim.	2	III. Trim.	2	I. Trim...	2	III. Trim.
1	I. Trim..	3	I. Trim...	1	II. Trim.	1	I. Trim...	3	II. Trim.	1	II. Trim..
2	II. Trim..	2	II. Trim..	3	I. Trim...		II. Trim.	4	III. Trim.	3	I. Trim..
4	IV. Trim	4	III. Trim	4	IV. Trim.		IV. Trim.	1	IV. Trim.	4	IV. Trim.
2	II. Sem..	1	II. Sem...	2	II. Sem..	2	II. Sem...			2	II. Sem..
1	I. Semest.	2	I. Semest.	1	I. Semest.	1	I. Semest.			1	I. Semest.
	II. III. Tr.		I. IV. Tr.		II. III. Tr.		II. III. Tr.				II. III. Tr.
	I. IV. Tr..		II. III. Tr.		I. IV. Tr.		I. IV. Tr.				I. IV. Tr..

III. Variation diurne à l'Est. *Maximum.*		*Minimum.*		Moyen.		IV. Variation nocturne. *Maximum.*		Moyen.		V. Variation de 6 h. du mat. à 6 h. *Maximum.*			*Minimum.*		Moyen		
3	Août....	1	Janvier..	4	Août....	4	Août....	1	Août ...	1	Février..		1	Février..	12	Août....	2
8	Juillet...	2	Mai....	7	Septemb.	2	Janvier..	8	Juillet...	10	Janvier..		2	Mars....	[illegible]	Janvier..	8
4	Septemb.	3	Novemb.	6	Juillet...	7	Juillet...	2	Juin.....	6	Septemb.		3	Avril....	4	Juillet...	1
9	Février..	4	Décemb.	5	Mars....	9	Septemb.	3	Avril....	12	Août....		4	Mai.....	9	Septemb.	1
5	Juin.....	6	Février..	3	Avril....	5	Avril....	9	Septemb.	7	Juin.....		5	Juillet...	11	Juin....	7
11	Décemb.	12	Avril....	2	Mai.....	3	Juin.....	7	Mai.....	2	Mars....		6	Août....	3	Mars....	12
7	Mars....	7	Octobre.	10	Février..	8	Octobre.	4	Février..	11	Juillet...		7	Septemb.	1	Fevrier..	9
2	Avril....	8	Juin....	1	Juin....	1	Février..	5	Octobre.	9	Décemb.		8	Octobre.	6	Novemb.	5
10	Novemb.	10	Septemb.	8	Octobre.	10	Mai.....	11	Novemb.	8	Novemb.		9	Novemb.	8	Avril....	11
1	Mai.....	11	Mars....	9	Novemb.	6	Novemb.	10	Janvier..	5	Avril....		10	Decemb.	2	Octobre.	5
6	Octobre.	9	Juillet...	12	Janvier..	11	Mars....	12	Décemb.	4	Mai.....		12	Janvier..	7	Decemb.	[illegible]
12	Janvier..	5	Août....	11	Décemb.	12	Décemb.	6	Mars....	3	Octobre.		11	Juin.....	4	Mai.....	[illegible]
2	III. Trim.		I. Trim..	2	III. Trim.	1	III. Trim.	2	III. Trim.	1	I. Trim...	3			3	III. Trim.	1
4	I. Trim...	4	II. Trim..	1	II. Trim..	2	I. Trim...	1	II. Trim.	4	III. Trim.	1			1	I. Trim...	4
1	II. Trim..		IV. Trim.	3	I. Trim...	3	II. Trim..	3	I. Trim..	3	II. Trim..	4			4	II. Trim.	2
3	IV. Trim.		III. Trim.	4	IV. Trim.	4	IV. Trim.	4	IV. Trim.	2	IV. Trim.	2			2	IV. Trim.	
2	II. Sem..			2	II. Sem...	1	II. Sem...	2	II. Sem..	1	I. Sem...	2			2	II. Sem..	2
1	I. Semest.			1	I. Sem...	2	I. Sem...	1	I. Semest.	2	II. Sem...	1			1	I. Sem...	2
	II. III. Tr.				II. III. Tr.		II. III. Tr.		II. III. Tr.		I. IV. Tr.	2				II. III. Tr.	1
	I. IV. Tr.				I. IV. Tr.		I. IV. Tr..		I. IV. Tr..		II. III. Tr.	1				I. IV. Tr..	2

TABLE SEPTIÈME.

Des plus grandes Déclinaisons, observées à toutes les Heures du Jour, pour chaque Mois de l'Année 1771. — *Ordre des Heures & des Mois.*

1771.	VI.		VII.		VIII.		IX.		X.		XI.		XII.		I.		II.		III.		IV.		V.		VI.		VII.		VIII.		IX.		X.		*Maximum.*	*Minimum.*	Diff.		
Janvier..					19	35	19	32	19	32.5	19	36	19	36	19	35	19	36	19	36		36.5	19	30	19	32.5	19	29.5	19	34	19	31.5	19	31	4.*a*	7.*a*	7′	1.*a*	Décemb.
Février..						34		34		40		39		40		40		52		52		40		40		40		37		37.5		37		57	2.3.*a*	8.9	18	9	Décemb.
Mars....						28		23		28		28.5		38.0		40		39		38		18		35		35		40		44		40.5		40	8.*a*	9	21	10	Decemb.
Avril....						55		57		57	20	1	20	3.5	20	4.5	20	5	20	5	20	5	20	4	20	3.5	20		20	3	20	2	20	4	2.3.4.*a*	8	10	2.*a*	Decemb.
Mai.....	19	45.5	19	46		51		51		53	19	55	19	55		3		6		5		4.5		3		3	19	55	19	54	19	54	19	54	2.*a*	6	20.5	3.*a*	Décemb.
Juin.....		41		41		40		44		44.5		45.5		52.0	19	53	19	54	19	55.75	19	55.75	19	55	19	50.5		50.5		44.75		45.5		45.5	3.4.*a*	8	15.75	4.*a*	Décemb.
Juillet...		53		52		52		51		51		54		54		53		52.5		51		52		51		52.5		52		52		53		52	11.12	9.10 | 5.*a*	3	5.*a*	Décemb.
Août....		51		51		54		53		54		55		54		55		55.5		55.5		52.5		51		51		51		51		57		51	2.3.*a*	6.7 | 5.10.*a*	4.5	6.*a*	Décemb.
Septemb.		54		55.5		55		54		54.5		55	20	2	20	3	20	3.5	20	5	20	4.5	20	4.5	20	4	20	4.5	20	3	20	2.5	20	1	3.*a*	9	11	8.*a*	Décemb.
Octobre.	20	4	20	3.5	20	3.5	20	3	20	3.5	20	4	20	4.5		5		5.0		5		4		4		4		4		4.5		4.5		4	1.2.3.*a*	9	2	9.*a*	Décemb.
Novemb.		4.5		4.5		5		5		5.25		5.25		3.15		5.5		5		5.25		5		5.5		5.5		4.5		4		4.5		4	12.1.5.6.*a*	8.10.*a*	1.5	7	Décemb.
Décemb.		5		5.25		5.25		5.5		5.5		5.25		5.25		6		5.5		5.5		5.5		5.5		5.5		5		5.5		5.5		5	1.*a*	6 | 7.8.*a*	1	8	Decemb.
I. Trim...					19	35	19	34	19	40	19	39	19	40	19	40	19	52	19	52	19	40	19	40	19	40	19	40	19	44	19	40.5	19	40	8.*a*	9	10	11	Décemb.
II. Trim..						55		57		57	20	1	20	3.5	20	4.5	20	6	20	5	20	5	20	4	20	3.5	20		20	3	20	2	20	4	2.*a*	8	11	12	Décemb.
III. Trim.	19	54	19	55.5		55		54		54.5	19	55		2		3		3.5		5		4.5		4.5		4		4.5		3		2.5		1	3.*a*	6	11	6	Décemb.
IV. Trim.	20	5	20	5.25	20	5.25	20	5.5	20	5.5	20	5.25		5.5		6		5.5		5.5		5.5		5.5		5.5		5		5.5		5.5		5	1.*a*	6 | 7.10.*a*	1	7.*a*	Décemb.
I. Sem...					19	55	19	57	19	57	20	1	20	3.5	20	4.5	20	6		5	20	5	20	4	20	3.5	20		20	3	20	2	20	4	2.*a*	8	11	10.*a*	Décemb.
II Sem..	20	5	20	5.25	20	5.25	20	5.5	20	5.5		5.25		5.5		6		5.5		5.5		5.5		5.5		5.5		5		5.5		5.5		5	1.*a*	6 | 7.1[illegible].*a*	1		
Année...	20	5	20	5.25	20	5.25	20	5.5	20	5.5	20	5.25	20	5.5		6	20	6		5.5	20	5.5	20	5.5	20	5.5	20	5	20	5.5	20	5.5	20	5	1.2.*a*	6 | 7.10.*a*	1		

TABLE HUITIÈME.

Des plus grandes Declinaisons, observées à toutes les Heures du Jour, pour chaque Mois de l'Année 1772.

1772.	VI.		VII.		VIII.		IX.		X.		XI.		XII.	
Janvier..	20	5.5	20	5.5	20	5.25	20	5.25	20	5.25	20	5.25	20	5.25
Février..		5		5.5		6		5.75		6		6		6
Mars....		5.5		8		8		8		8		8.5		8.5
Avril ...	19	51	19	51	19	51	19	51	19	51	19	51	19	52
Mai.....		58		58.5		59.5	20		20		20		20	
Juin		70		20.5		20.5	19	21.5	19	21	17	21	19	22
Juillet...		20		6		9		9		6		10		17
Août....	18	49.5	18	51.5	18	46	18	46.5	18	47	18	53		16
Septemb.		53.5		51.5		51.5		51.5	19	1.5	19	1.5		11.5
Octobre .		40		41		43		40	18	50	18	50.5	18	50.5
Novemb.		20.5		24		21		21		21.5		21		21.5
Décemb.		34		36		32		33		34.5		35		36
I. Trim. .	20	5.5	20	8	20	8	20	8	20	8	20	8.5	20	8.5
II. Trim.	19	58	19	58.5	19	59.5								
III. Trim.		20		6		9	19	9	19	6	19	10	19	17
IV. Trim.	18	40	18	41	18	43	18	40	18	50	18	50.5	18	50.5
I. Sem...	20	5.5	20	8	20	8	20	8	20	8	20	8.5	20	8.5
II. Sem. .	19	20	19	6	19	9	19	9	19	6	19	10	19	17
Année...	2.	5.5	2.	8	20	8	20	8	20	8	20	8.5	20	8.5

1772.	I.		II.		III.		IV.		V.		VI.		VII.		VIII.		IX.		X.	
Janvier..	20	5.75	20	5.5	20	5.5	20	5.5	20	5.5	20	5.25	20	5	20	5	20	10	20	5
Février..		5.5		5.75		12		10		6		5.5		6		5.25		5		4.5
Mars....		14		15		15		13		10		9		8		8.5		6		5.5
Avril ...	19	52	19	53.5		1	19	58	19	57	19	51.5	19	52	19	51	19	50.5	19	51
Mai.....	20	0.5	20	0.5		1	20	1	20	1	20		20		20		20	1	20	
Juin	19	38.5	19	40	19	31	19	31	19	29	19	26	19	24	19	26	19	22	19	21.5
Juillet...		26		26		26		20		19		16		10		10		6		6
Août....		18		17		15.5		9		6		6	18	52	18	52	18	51	18	51
Septemb.		11.5		16		16		13		9		1	19	1	19	1		53		53
Octobre .	18	50.5	18	50.5	18	52	18	51	18	50.5	18	50	18	47	18	50	18	40		39
Novemb.		21.5		22		29		28		23		24		28		23.5		23		23.5
Décemb.		36		35		35		31		32		33		35		35		34		31
I. Trim. .	20	14	20	15	20	15	20	13	20	10	20	9	2.	8	20	8.5	20	10	20	5.5
II. Trim.		0.5		0.5		1		1		1								1		
III. Trim.	19	26	19	26	19	26	19	20	19	19	19	16	19	10	19	10	19	6	19	6
IV. Trim.	18	50.5	18	50.5	18	52	18	51	18	50.5	18	50	18	47	18	50	18	40	18	39
I. Sem...	20	14	20	15	20	15	20	13	20	10	20	9	20	8	20	8.5	20	10	20	5.5
II. Sem. .	19	26	19	26	19	26	19	20	19	19	19	16	19	10	19	10	19	6	19	6
Année...	20	14	20	15	20	15	20	13	20	10	20	9	20	8	20	8.5	20	10	20	5.5

1772.	Maximum.	Minimum.	Diff.	Ordre des Heures & des Mois.	
Janvier..	9.a	10.a	5′	2.a	Mars.
Février..	3.a	10.a	7.5	3.a	Mars.
Mars....	2.3.a	6 | 10.a	9.5	4.a	Mars.
Avril ...	3.a	9.a	10.5	5.a	Mars.
Mai.....	3.5.9.10.a	6	3	5.a	Mars.
Juin	2.a	6	20	9.a	Janv.
Juillet...	1.2.3.a	7.10 | 9 10.a	20	6.a	Mars.
Août....	1.a	8	32	13	Mars.
Septemb.	2.3.a	7.8.9	24.5	12	Mars.
Octobre .	3.a	10.a	13	8.a	Mars.
Novemb.	3.a	6.a	7.5	7	Mars.
Décemb.	7.12.1.a	4.10.a	5	8	Mars.
I. Trim. .	2.3.a	6 10.a	9.5	9	Mars.
II. Trim.	3.4.5.9.10.a	6	3	10	Mars.
III. Trim.	1.2.3.a	7.10 | 9.1 .a	20	1.a	Mars.
IV. Trim.	3.a	10.a	13	6	Mars.
I. Sem...	2.3.a	6 | 10.a	9.5	10.a	Mars.
II. Sem. .	1.2.3.a	7.10 | 9.1..a	20		
Année...	2.3.a	6 10.a	9.5		

TABLE NEUVIÈME.

Des plus grandes Déclinaisons, observées à toutes les Heures du Jour, pour chaque Mois de l'Année 1773. — *Ordre des Heures & des Mois.*

1773.	VI.		VII.		VIII.		IX.		X.		XI.		XII.		I.		II.		III.		IV.		V.		VI.		VII.		VIII.		IX.		X.		*Maximum.*	*Minimum.*	Diff.		
Janvier..	18	59	18	59	18	59	18	59	18	59	18	59	18	59	18	58	18	58	18	58	18	58		58	18	57	18	55	18	53	18	53	18	51	10—1.*a*	10.*a*	6	6	Janvier.
Février..		48		48		48		48		48		48		49		49		49		48.5		48.5		48.5		49		49		49		49		49	1.2.0.6—10	6—12	1	7	Janvier.
Mars....		41		40		39		48		48		49		49		50		50		50		50		50		48		48		47		46		40	1—6.*a*	8	11	8	Janvier.
Avril....		38		39		40		40		45		45		45		48		48		48		49		48		47.5		45		41		40		39	4.*a*	6	11	9	Janvier.
Mai.....		24		26		27		29		29		29		33		35		35		35		35		34		33		32		31		30		30	1—5.*a*	6	11	10	Janvier.
Juin.....		32		32		32		32		30		30		30		35		35		35		34		34		34		33		30		30		34	1—3.*a*	8.9|10—1	5	11	Janvier.
Juillet ...		26		33		29		26		26		27		33		40		32		31		40		31		31		28		24		27		27	1.4.*a*	8.*a*	16	12	Janvier.
Août....		25		29		30		34		34		38		47		44		42		40		39		31		30		29		28		23		24	12	10.*a*	23	1.*a*	Janvier.
Septemb.		32		34		37		37		39		39		38		39		39.5		40		41		37		35		34		34		33		33	4.*a*	6	9	2.*a*	Janvier.
Octobre .		33		34		34		37		42		45		47		47		47		47		45		45		44		38		37		34		34	12—4.	6	14	3.*a*	Janvier.
Novemb.		21		20		25		25		24		23		24		26		26		25		23		23		23		22		20		20		20	1.2.*a*	7|8.9.10.*a*	6	4.*a*	Janvier.
Decemb.		25		25		26		27		26		26		29		29		27		27		26		25		28		28		26		26		26	12.1.*a*	6|7.5.*a*.	4	5.*a*	Janvier.
I. Trim...	18	59	18	59	18	59	18	59	18	59	18	59	18	59	18	58	18	58	18	58	18	58	18	58	18	57	18	55	18	53	18	53	18	51	6—1	10.*a*	6	6.*a*	Janvier.
II. Trim..		38		39		40		40		45		45		45		48		48		48		49		48		47.5		45		41		40		39	4.*a*	6	11	7.*a*	Janvier.
III. Trim.		32		34		37		37		39		39		47		44		42		40		41		37		35		34		34		33		33	12	6	15	8.*a*	Janvier.
IV. Trim.		33		34		34		37		42		45		47		44		47		47		45		45		44		38		37		34		34	12—4.*a*	6	14	9.*a*	Janvier.
I. Sem. ..	18	59	18	59	18	59	18	59	18	59	18	59	18	59		58	18	58	18	58	18	58	18	58	18	57	18	55	18	53	18	53	18	51	6—1.*a*	10.*a*	6	10.*a*	Janvier.
II. Sem. .		33		34		37		37		42		45		47		47		47		47		45		41		44		38		37		34		34	12—4	6	14		
Année...	18	59	18	59	18	59	18	59	18	59	18	59	18	59	18	58	18	58	18	58	18	58	18	58	18	57	18	55	18	53	18	53	18	51	6—1	10.*a*	6		

TABLE DIXIÈME.

Des plus petites Déclinaisons, observées à toutes les Heures du Jour, pour chaque Mois de l'Année 1771. — *Ordre des Heures & des Mois.*

1771.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	*Maximum.*	*Minimum.*	Diff.		
Janvier..			19 23	19 22	19 21.5	19 22	19 22	19 23	19 26	19 30.5	19 29	19 25	19 22	19 22	19 21	19 21	19 22	3.*a*	8.9.*a*	9.5	8	Mars.
Février..			11	10	10	10.5	12	15	16	10	11	11	11	11	11	12	12	2.*a*	7.10 | 3.4.5.*a*	6	6	Août.
Mars....			4	6	13	15	17	20.5	21	20	18	19.5	6	10	12	6	11	2.*a*	8	17	9	Mars.
Avril....			21	21.5	23.5	24	29	29.5	31	31	29.5	29	28	29	29	18.5	29	2.3.*a*	8	10	11	Août.
Mai.....	19 21	19 21	19	19	20.5	22.5	29	30.5	31	29	29	30	28	28.5	21	25	26	3.*a*	8.9	12	6.*a*	Mars.
Juin....	21	19	20.5	21	21	21	26	35	36	36	36	32	31	30	29	29	23	2.3.4.*a*	7	17	7	Août.
Juillet...	12	12	11	11	15	16	16	16	17	17	18	17.5	16	16	17	17	16	4.*a*	8.9	7	10	Févr.
Août....	6	8	11	11	11	6	14	11	11	21	21	18	15	11	12	13	14	3.4.*a*	6	15	3.*a*	Févr.
Septemb.	31	30	21	21	26	29	29	31	31	35	35	30	28	28	21	24	20	3.4.*a*	10.*a*	15	7.*a*	Mars.
Octobre.	44	45	45	45	50	50.5	50	50.5	50.5	50.5	50	51	50	50.5	50.5	50.5	50.5	5.*a*	6	7	1.*a*	Août.
Novemb.	52	54.5	53.5	54	54	54	54	54.5	55	55	55	53.5	54	54	53.5	53.5	53.5	2.3.4.*a*	6	3	2.*a*	Août.
Décemb.	50.5	50.5	49.5	30.5	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	53	53	9.10.*a*	8	3.5	4.*a*	Févr.
I. Trim..			19 4	19 6	19 10	19 10	19 12	19 15	19 16	19 10	19 10	19 10	19 11	19 11	19 11	19 6	19 11	2.*a*	8	12	5.*a*	Févr.
II. Trim.	19 21	19 21	19 19	19	20.5	21.0	26	29.5	31	29	29	29	28	28.5	21	25	23	2.*a*	8.9	12	8.*a*	Févr.
III. Trim.	6	8	11	11	11	6	14	11	11	17	18	17.5	15	11	12	13	14	4.*a*	6	12	10.*a*	Mars.
IV. Trim.	44	45	45	45	50	50.5	50	50.5	50.5	50.5	50	51	50	50.5	50.5	50.5	50.5	5.*a*	6	7	12	Mars.
I. Sem...			19 4	19 6	19 10	19 10.5	19 12	19 15	19 16	19 10	19 10	19 10	19 11	19 11	19 11	19 6	19 11	2.*a*	8	12	9.*a*	Févr.
II. Sem..	19 6	19 8	11	11	11	6	14	11	11	17	17.5	17.5	15	11	12	13	14	4.*a*	6	12		
Année...	19 4	19 4	19 4	19 6	19 10	19 6	19 12	19 11	19 11	19 10	19 10	19 10	19 11	19 11	19 11	19 6	19 11	12	6.7.8	8		

TABLE ONZIÈME.

Des plus petites Déclinaisons, observées à toutes les Heures du Jour, pour chaque Mois de l'Année 1772.

1772.	VI.		VII.		VIII.		IX.		X.		XI.		XII.	
Janvier..	19	53	19	53.5	19	53.5	19	53.75	19	54.25	19	54.5	19	54.5
Février..		54		54		53		54		54.5		54.5		55.5
Mars....		41.5		41.5		41.5		41.5		41.5		42		44
Avril....		36		39		41		42		42		43		43
Mai.....		20		20.5		20.5		20.5		21		21		21
Juin.....	18	53	18	46	18	40	18	40	18	44	18	44	18	53
Juillet...		56		30		32		32		32		38		48
Août....		32		32		32		32		36		39		45.5
Septemb.		23		22		22		22		22		26		30
Octobre.		8		8		8	18	8		8		8		9
Novemb.		15		14		13		13		14		14		15
Décemb.		16		15		15		14.5		15.0		15.5		16
I. Trim..	19	41.5	19	41.5	19	41.5	19	41.5	19	41.5	19	42	19	44
II. Trim..	18	53		46	18	40	18	40		44	18	44	18	53
III. Trim.		23		22		22		22		26		26		30
IV. Trim.		8		8		8		8		8		8		9
I. Sem...	18	53	18	46	18	40	18	40	18	44	18	44	18	53
II. Sem..		8		8		8		8		8		8		9
Année..	18	8	18	8	18	8		8		8		8	18	9

1772.	I.		II.		III.		IV.		V.		VI.		VII.		VIII.		IX.		X.		Maximum.	Minimum.	Diff.	Ordre des Heures & des Mois.	
Janvier..	19	54.5	19	54.1	19	53.5	19	54	19	54.5	19	54	19	54	19	53.5	19	53.5	19	36	11.12|1.2.5.a	10.a	18.5	6	Octobre.
Février..		55.5	20			55.5		55		53		54		53.5		53		53.5		53	2.a	8 8.5.10.a	7	7	Octobre.
Mars....		46	19	46		46		50		50		50		46		46		46		46	4.5.6.a	6—10	8.5	8	Octobre.
Avril....		43		43		44		44		44		43		43		41		41		40	3.4.5.a	6	7	9	Octobre.
Mai.....		21		22		23		23		23.0		23.5		23.5		28.5		23.5		21.5	6.7.8.9	11.a	15.5	10	Octobre.
Juin.....		55		6		6		6		1		1		1		1	18	53	18	57	2 3.4.a	8.5	20	11	Octobre.
Juillet...		52	18	52.5	18	48		44	18	48	18	42	18	42	16	42		41		36	2.a	7	22.5	10.a	Octobre.
Août....		46		46.5		51		51		49		46		44.5		40.5		39		36	3.4.a	6—10	19	12	Octobre.
Septemb.		31		30		30		30		30		21		25		29		29		29	1.a	6.a	10	1.a	Octobre.
Octobre.		10		10		11		11		10	18	13	18	10		10		11		8	6.a	6-12|10.a	5	2.a	Octobre.
Novemb.		16		36		15		13		15		15		15		13		13		13	1.2.a	8.9|4.8.9.10	3	5.a	Octobre.
Décemb.		16		15		15		15		14.5		16		18.5		13.5		15		14	7.a	8.a	5	7.a	Octobre.
I. Trim..	19	46	19	46	19	46	19	50	19	50	19	50	19	46	19	46	19	46	19	36	4.5.6.a	10.a	14	8.a	Octobre.
II. Trim..	18	55		6		6		6		1		1		1		1		53	18	57	2.3.4.a	8.9	20	3.a	Octobre.
III. Trim.		31	18	30	18	30	18	30	18	30	18	21	18	25	18	29		29		29	1.a	6.a	10	4.a	Octobre.
IV. Trim.		10		10		11		11		10		13		10		10		11		8	6.a	6—12 10.a	5	9.a	Octobre.
I. Sem...	18	55	19	6	19	6	19	6	19	1	19	1	19	1	19	1	18	53	18	57	2.3.4.a	8.9.a	20	6.a	Octobre.
II. Sem..		10	18	10	18	11	18	11	18	10	18	13	18	10	18	10		11		8	6.a	6—12|10.a	5		
Année..		10	18	10	18	11	18	11	18	10	18	13	18	10	18	10	18	11	18	8	6.a	6—12|10.a	5		

TABLE DOUZIÈME.

Des plus petites Déclinaisons, observées à toutes les Heures du Jour, pour chaque Mois de l'Année 1773.

Ordre des Heures & des Mois.

1773.	VI.		VII.		VIII.		IX.		X.		XI.		XII.		I.		II.		III.		IV.		V.		VI.		VII.		VIII.		IX.		X.		*Maximum.*	*Minimum.*	Diff.		
Janvier..	18	24	18	24	18	24	18	25	18	26		27	18	27	18	27	18	24.5	18	24.5	18	24.5	18	25	18	25	18	25	18	25	18	24	18	24	11.12 | 1.*a*	6—9 | 10.*a*	3′	8	Août.
Février..		25		21		25		26		26		28		29		33		33		33		32		29		25		26		25		25		25	1.2.3.*a*	6-9 | 6.8.9.10.*a*	8	10.*a*	Août.
Mars....		15		18		20		25		25		25		25		27		27		27		27		25		25		26		26		25		25	1—5.*a*	6	12	6	Août.
Avril...		16		16		18		17		20		21		24		24		25		25		25		25		24		23		23		24		24	2—5.*a*	6.7	9	7	Août.
Mai.....		12		12		11		11		11		15		17		17		17		19		17		17		16		14		14		14		14	3.*a*	8—11	8	10	Août.
Juin....		11		11		15		14		15		14		16		17		20		18		17		17		16		10		10		16		17	2.*a*	7.8.*a*	10	7.*a*	Juill.
Juillet...		3		2		4		6		6		7		8		16		17		16		16		17		7		3		6		8		14	2.5.*a*	7	15	8.*a*	Août.
Août....					17	59	—	6		2		10		16		17		22		16		10		7		7		8		4		4	17	59	2.*a*	8 | 10.*a*	29	9.*a*	Août.
Septemb.		8		8	18	6		5		11		10		16		20		25		21		17		19		6		10		7		7	18	6	2.*a*	9.*p*	20	9	Nov.
Octobre.		8		8		8		8		8		8		10		10		10		14		13		11		10		10		9		9		9	3.*a*	6—12	6	11	Nov.
Novemb.		5		5		5		5		7		6		7		7		8		8		7		7		6		6		6		6		9	6—10	10.*a*	3	6.*a*	Nov.
Decemb.		12		12		12		13		14		14		14		14		14		15		15		18		15		15		15		15		14	6.7	4—10.*a*	5	12	Nov.
I. Trim..	18	15	18	18	18	20	18	25	18	25	18	25	18	25		27	18	24.5	18	24.5	18	24.5	18	25	18	25	18	25	18	25	18	24	18	24	1.*a*	6	10	1.*a*	Nov.
II Trim.		11		11		11		11		11		14		16		17		17		18		17		17		16		10		10		14		14	3.*a*	7.8.*a*	8	4.*a*	Nov.
III. Trim					17	59		5		2		7		8		16		17		16		10		7		7		3		4		4	17	59	2.*a*	8 | 10.*a*	18	5.*a*	Nov.
IV Trim.		5		5	18	5		5		7		6		7		7		8		8		7		7		6		6		6		6	18	9	6—10	10.*a*	3	2.*a*	Nov.
I. Sem...	18	11	18	11	18	11	18	11	18	11	18	14	18	16	18	17	18	17	18	18	18	17	18	17	18	16	16	10	18	10	18	14	18	14	3.*a*	7.8.*a*	8	3.*a*	Nov.
II. Sem..					17	59		5		2		7		7		7		8		8		7		7		6		3		4		4	17	59	2.*a*	8 | 10.*a*	9		
Année...	18		18		17	59	18	5	18	2	18	7	18	7	18	7	18	8	18	8	18	7		7	18	6	18	3	18	4		4	17	59	2.3.*a*	8 | 10.*a*	9		

TABLE TREIZIÈME.

Déclinaisons moyennes vraies, observées à toutes les Heures du Jour, pour chaque Mois de l'Année 1771.

1771.	VI.		VII.		VIII.		IX.		X.		XI.		XII.	
Janvier..					19	29	19	28.24	19	29.43	19	30.88	19	30.98
Février..						23.21		23.62		25.2		26.46		28.31
Mars....						18.16		18.08		20.02		21.57		23.52
Avril....						39.02		40.33		41.58		43.45		47.42
Mai.....	19	34.77	19	36.92		36.10		36.98		38.76		41.63		45.45
Juin.....		30.35		30.86		31.81		31.5		32		35.08		38.14
Juillet...		33.61		32.79		32.47		31.05		32.78		33.05		33.62
Août....		25.8		25.64		25.28		26.35		27.09		29.2		33.26
Septemb.		46.72		46.36		45.97		45.77		46.41		47.48		49.02
Octobre.		53.79		53.11		52.94		52.93		53.65		54.09		54.45
Novemb.		59.06		59.41		58.92		58.09		59.02		59.07	20	0.82
Décemb.	20	1.47	20	1.33	20	1.47	20	1.63	20	2.13	20	2.20		2.57
I. Trim...					19	23.49	19	23.31	19	24.88	19	26.30	19	27.6
II. Trim..	19	32.56	19	33.89	19	35.64		36.27		37.45		40.05		43.67
III. Trim.		35.44		34.93		34.67		34.39		35.43		36.48		38.63
IV. Trim.		57.77		57.62		56.89		57.36		58.27		58.45		59.28
I. Sem...					19	29.56	19	29.79		31.16		33.17		35.63
II. Sem..	19	46.6	19	46.27		45.84		45.87		46.85		47.46		48.95
I. IV. Tr.					19	40.19	19	40.35	19	41.57	19	42.39	19	41.44
II. III. Tr.						35.07		35.33		36.44		38.26		41.15
Année...					19	37.89	19	37.83	19	39	19	40.31	19	42.29

1771.	I.		II.		III.		IV.		V.	
Janvier..	19	31.22	19	31.36	19	31.31	19	31.60	19	29.33
Février..		30.03		30.79		29.62		26.86		25.52
Mars....		25.56		28.11		28.05		26.01		23.7
Avril....		50.13		51.31		52.22		49.06		48.75
Mai.....		48.76		51.24		51.7		50.37		49.17
Juin.....		41.68		42.47		43.05		41.95		41.6
Juillet...		34.25		34.81		34.69		34.65		34.59
Août....		34		34.32		35.27		36.55		35.1
Septemb.		49.93		50.42		50.6		50.96		50.67
Octobre.		55.80		55.94		56.72		55.87		54.98
Novemb.	20	1.84	20	1.79	20	2.76	20	2.22	20	1.02
Décemb.		2.38		2.31		2.04		1		1.71
I. Trim...	19	28.94	19	30.09	19	29.66	19	28.18	19	26.18
II. Trim..		46.85		48.34		48.99		47.13		46.51
III. Trim.		39.39		39.85		40.19		40.72		40.12
IV. Trim.	20		20	0.01	20	0.51		59.69		29.23
I. Sem...	19	37.85	19	39.21	19	39.32		37.65		36.34
II. Sem..		49.19		49.93		50.34		49.67		49.47
I. IV. Tr.	19	44.47	19	45.04	19	45.08	19	43.98	19	42.70
II. III. Tr.		43.12		44.10		44.59		43.92		43.31
Année...	19	43.54	19	44.57	19	44.83	19	43	19	42.28

1771.	VI.		VII.		VIII.		IX.		X.		Max.	Min	Diff.
Janvier..	19	29.85	19	28.72	19	28.28	19	28.26	19	28.66	2.a	9	3.12
Février..		25.48		23.5		23.5		23.17		22.5	2.a	10.a	8.29
Mars....		22.12		21.99		21.8		20.7		19.6	2.a	9	10.03
Avril....		47.90		47.06		47.5		47.2		46.82	3.a	8	13.20
Mai.....		46.24		43.43		42.91		42.91		43.08	3.a	6	16.93
Juin.....		39.52		38.84		37.15		37.18		36.25	3.a	6	13.7
Juillet...		33.96		33.54		33.39		32.98		32.97	2.a	9	3.76
Août....		34.12		32.55		31.85		30.81		29.7	4.a	8	11.27
Septemb.		49.31		48.18		47.73		47.47		47.3	4.a	9	5.19
Octobre.		55.5		55.07		54.94		53.95		53.26	3.a	8	2.93
Novemb.	20	1.34	20	1.29	20	0.67	20	0.67	20	0.39	3.a	9	4.67
Décemb.		1.81		2.06		1.7		1.59		0.98	12.a	10.a	1.69
I. Trim...	19	25.62	19	24.74	19	24.55	19	21.81	19	23.58	2.a	9	6.78
II. Trim..		44.58		43.11		42.52		42.43		42.05	3.a	6	16.43
III. Trim.		39.13		38.09		37.68		37.08		36.88	4.a	9	6.33
IV. Trim.		59.62		59.47		59.12		58.74		58.21	3.a	8	1.62
I. Sem...	19	35.20	19	33.92	19	33.32	19	31.13	19	32.86	3.a	8	9.76
II. Sem..		49.37		48.83		48.49		47.91		47.54	3.a	8	4.13
I. IV. Tr.	19	42.72	19	42.10	19	41.81	19	41.28	19	40.89	3.a	8.a	4.89
II. III. Tr.		41.85		40.6		40.12		39.75		39.46	3.a	8	9.32
Année...	19	42.28	19	41.37	19	40.95	19	40.52	19	40.25	3.a	9	7

Ordre des Mois.

Maximum.				*Minimum.*			
3.a	Novemb.	20	2.76	9	Mars.	19	18.08
12	Decemb.		2.57	8	Mars.		18.16
1.a	Decemb.		2.38	10.a	Mars.		18.19
2.a	Decemb.		2.31	10	Mars.		20.02
4.a	Novemb.		2.22	9.a	Mars.		20.7
11	Décemb.		2.20	11	Mars.		21.57
10	Décemb.		2.13	8.a	Mars.		21.8
7.a	Decemb.		2.06	7.a	Mars.		21.99
6.a	Decemb.		1.81	6.a	Mars.		22.12
5.a	Décemb.		1.71	12	Mars.		23.52
8.a	Décemb.		1.7	5.a	Mars.		23.7
9	Décemb.		1.63	1.a	Mars.		25.56
9.a	Décemb.		1.59	4.a	Mars.		26.01
6	Décemb.		1.47	3.a	Mars.		28.05
8	Décemb.		1.47	2.a	Mars.		28.11
7	Decemb.		1.33		Mars.		
10.a	Décemb.		0.98		Mars.		

TABLE QUATORZIÈME.

Declinaisons moyennes vraies, observées à toutes les Heures du Jour, pour chaque Mois de l'Année 1772.

1772.	VI.		VII.		VIII.		IX.		X.		XI.		XII.		I.		II.	
Janvier..	20	0.35	20	1.06	19	59.99	20	0.3	20	8.87	20	1.05	20	2.08	20	2.63	20	2.56
Février..	19	59.62	19	59.76	20	0.25		0.66		2.05		2.15		2.80		3.44		3.81
Mars....		55.6		55.83	19	55.82	19	51.45	19	55.48	19	57.34	19	59.44		0.88		1.51
Avril....		44.94		45.13		45.28		45.91		46.52		46.77		47.6	19	48.06	19	48.15
Mai.....		43.63		45.36		43.23		43.66		44.48		45.22		46.53		47.73		48.07
Juin		10.98		9.46		7.94		9.37		10.32		10.45		14.48		14.71		16.83
Juillet...	18	50.33	18	47.48	18	47.43	18	47.21	18	49.21	18	53.93		0,45	19	0.95		7.17
Août....		41.46		40.63		39.65		40.1.		42.45		45.30	18	53.43	18	55.22	18	57.88
Septemb.		40.5		42.3		42.76		43.26		44.13		47.75		51.41		52.93		55.18
Octobre .		19.43		21.7[illegible]		21.76		21.21		22.27		23.41		23.93		25.62		27.29
Novemb.		18.57		18.32		17.20		17.18		17.62		18.42		19.35		19.97		20.25
Décemb.		23.94		24.33		23.31		23.86		24.2		24.84		25.6		25.95		24.98
I. Trim. .	19	58.42	19	58.8	19	58.66	19	58.9	19	59.4	20	0.11	20	1.42	20	2.3	20	2.42
II. Trim.		32.96		33.4		32.96		33.62		34.39	19	35.07	19	36.92	19	37.62	19	37.68
III. Trim.	18	44.14	18	41.37	18	43.17	18	43.49	18	45.24	18	48.95	18	55.10	18	58.18		0.49
IV Trim.		20.68		21.49		20.73		21.09		21.24		22.21		22.99		23.84	18	24.14
I. Sem...	19	46.21	19	46.54	19	46.16	19	46.74	19	47.46	19	48	19	49.19	19	50.29	19	50.49
II. Sem. .	18	32.03	18	32.27	18	31.82	18	32.12	18	33.31	18	35.41	18	38.95	18	40.87	18	42.24
I. IV. Tr.	19	9.55	19	10.14	19	9.7	19	10.19	19	10.32	19	11.16	19	12.20	19	13.07	19	13.28
II. III. Tr.	19	8.55	19	8.38	19	8.06	19	8.55		9.80		12.01		16.00		17.90		19.08
Année...	19	9.12	19	9.4	19	8.92	19	9.34	19	10.37	19	11.42	19	14.16	19	15.38	19	16.13

1772.	III.		IV.		V.		VI.		VII.		VIII.		IX.		X.		M.	Min.	Diff.
Janvier..	20	2.06	20	1.4	20	1.25	20	0.54	19	59.92	19	59.72	20	0.03	19	58.5	1.a	10.a	4.13
Février..		3.87		3.1		1.47		0.48	20	0.38		59.66	19	59.63		59.63	3.a	6	4.25
Mars....		2.31		1.55		1.64		0.07	19	57.98		57.28		27.02		56.98	3.a	6	6.71
Avril....	19	48.96	19	48.93	19	48.02	19	47.62		47.41		43.21		46.91		46.62	3.a	6	4.02
Mai.....		48.6		48.46		48.26		48.00		47.25		47.15		47		41.72	3.a	7	5.24
Juin		19.05		19.48		17.36		16.24		16.22		13.66		13.09		12.86	4.a	8	11.54
Juillet...		10.71		6.72		2.74	19	0.3	18	58.54	18	56.41	18	56.41	18	54.57	3.a	9	23.50
Août....	18	57.30	18	56.54	18	52.41	18	51.5		49.09		48.68		46.6		45.34	3.a	8	18.23
Septemb.		53.61		51.6		48.1		46.63		46.44		45.9		45.16		44.18	2.a	6	14.68
Octobre .		26.84		26.5		25.13		24.5		24.3		23.25		22.29		21.92	2.a	6	7.86
Novemb.		20.38		19.84		19.54		19.58		19.28		18.71		18.61		18.33	3.a	9	3.20
Décemb.		24.89		24.03		24.26		25.04		24.92		24.66		24.69		24.55	1.a	8	2.64
I. Trim. .	20	2.6	20	2.02	20	1.3	20	0.35	19	59.43	19	58.80	19	58.83	19	58.37	3.a	10.a	4.23
II. Trim.	19	37.97	19	38.58	19	38.09	19	37.79		37.16		35.83		35.68		35.74	4.a	6.8	5 62
III. Trim.		0.44	18	57.57	18	53.89	18	52.71	18	50.66	18	49.46	18	49.16	18	47.87	2.a	8	17.32
IV Trim.	18	24.17		23.55		22.91		23		22.86		22.20		21.89		21.63	3.a	6	3.46
I. Sem...	19	51.4	19	50.83	19	50.12	19	49.51	19	48.84	19	48.78	19	47.32	19	46.97	3.a	8	5.24
II. Sem. .	18	41.72	18	40.33	18	38.11	18	37.77	18	37.18		36.64	18	35.81	18	34.59	2.a	8	10.41
I. IV. Tr.	19	13.38	19	12.29	19	12.10	19	11.67	19	10.64	19	10.55	19	10.36	19	10	3.a	6	3.83
II. III. Tr.		19.20		18.07		15.99	19	15.25		13.91		12.64		12.42		11.80	3.a	8	11.14
Année...	19	16.18	19	14.89	19	13.63	19	13.63	19	13.52	19	12.41	19	11.64	19	10.93	3.a	8	7.26

Ordre des Mois.

Maximum.				Minimum.			
3.a	Févr.	20	3.87	9	Nov.	18	17.18
2.a	Févr.		3.81	8	Nov.		17.20
1.a	Févr.		3.44	10	Nov.		17.62
4.a	Févr.		3.1	7	Nov.		18.32
12	Fevr.		2.83	10.a	Nov.		18.33
11	Févr.		2.15	11	Nov.		18.42
10	Févr.		2.05	6	Nov.		18.57
5.a	Mars.		1.64	9.a	Nov.		18.61
7	Janv.		1.06	8.a	Nov.		18.71
9	Févr.		0.66	7.a	Nov.		19.28
6.a	Janv.		0.54	12	Nov.		19.35
7.a	Févr.		0.58	5.a	Nov.		19.54
8	Févr.		0.25	6.a	Nov.		19.58
6	Janv.		0.13	4.a	Nov.		19.84
9.a	Janv.		0.03	1.a	Nov.		19.97
8.a	Janv.	19	59.72	2.a	Nov.		20.25
10.a	Févr.		59.63	3.a	Nov.		20.38

TABLE QUINZIÈME.

Déclinaisons moyennes vraies, observées à toutes les Heures du Jour, pour chaque Mois de l'Année 1773.

1773.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	Max.	Min.	Diff.
Janvier..	18 33.95	18 34.3	18 35.4	18 36.1	18 36.44	18 37.21	18 37.53	18 37.72	18 38.30	18 38	18 37.5	18 36.51	18 35.74	18 36.34	18 35.6[illegible]	18 34.88	18 34.52	2.a	6	8.34
Fevrier..	32.5	33.18	33.57	33.73	34.08	34.89	35.7	36.45	37.07	37	36.66	35.78	34.61	33.83	33.68	32.33	31.48	2.a	10.a	5.59
Mars....	31.08	31.55	31.94	33	35.48	35.52	37.71	39.22	39.27	40.31	39.73	38.83	37.85	37.05	35.66	34.16	32.55	3.a	6	9.23
Avril....	27.56	27.7	28	27.44	28.65	29.93	32	33.3	34.71	35.43	35.9	35.21	34.02	32.63	31.[illegible]9	30.09	29.21	4.a	7	8.58
Mai.....	18.04	18.14	18.24	18.81	19.45	21.26	24.13	25.63	26.28	26.61	25.4	24.65	22.08	22.4	20.21	19.83	19.76	3.a	6	8.57
Juin.....	20.72	20.4	19.91	19.52	19.6	22.15	24.69	26.08	27.37	27.83	27.83	27	25.95	24.16	22.53	23.41	23.71	3.4.a	9	8.31
Juillet...	16.19	16.5	15.04	16.16	16.84	18.11	21.42	25.24	25.58	24.58	24.42	21.9	21.28	19.74	16.87	17.6	18.2	2.a	8	20.54
Août....	13.57	14.2	13.71	16.22	19	23.45	27.4	28.87	29.9	27.71	26	22.81	19.13	16.64	15.2	13.93	12.17	2.a	10.a	16.73
Septemb.	22.51	21.77	21.46	21.5	22.92	26.41	28.3	31.15	32.73	31.15	29.44	27.25	26.5	23.78	23	22.05	21.82	2.a	8	11.27
Octobre.	24.8	25.05	25.23	25.35	25.72	26.48	27.4	28.16	28.9	29.55	28.7	27.25	27.04	25.86	25.35	24.88	24.57	3.a	10.a	4.98
Novemb.	14.6	15.1	15.4	15.58	16.1	16.41	16.86	17.66	18.17	17.87	17.24	17.04	16.21	15.6	15.26	13	14.73	2.a	6	3.57
Décemb.	21	21.04	21.6	21.71	21.47	22.7	22.86	22.84	22.74	22.66	22.47	22.26	22.07	21.85	21.85	21.4	20.97	12	6	1.84
I. Trim...	18 32.26	18 32.98	18 33.72	18 34.27	18 35.06	18 35.86	18 36.99	18 37.82	18 39.21	18 38.51	18 38.07	18 37.09	18 36.06	18 31.45	18 35.00	18 33.92	18 32.85	2.a	6	7.29
II. Trim..	21.84	22.02	21.93	21.86	22.5	24.39	26.8	28.43	29.5	30.01	29.65	29.06	27.73	26.5	24.69	24.35	24.05	3.a	6	8.24
III. Trim.	17.28	17.39	16.82	17.79	19.57	22.70	25.78	28.45	29.40	27.85	26.97	24.04	22.04	19.87	18.05	17.65	17.27	2.a	10.a	12.13
IV. Trim.	20.3	20.39	20.76	20.92	21.29	21.92	22.49	22.91	23.29	23.48	22.82	22.20	21.77	21.23	20.84	20.63	20	3.a	10.a	3.48
I. Sem...	18 27.02	18 27.55	18 27.81	19 28.07	18 28.81	18 30.17	18 31.96	18 33.25	18 34.48	18 34.33	18 34.03	18 33.16	18 31.97	18 31.08	18 30.08	18 29.2	18 28.46	2.a	6	6.56
II. Sem..	18.44	18.97	19.13	19.41	20.46	22.1	24.17	25.62	26.27	25.65	24.99	23.12	21.87	20.55	19.42	19.07	18.69	2.a	6	7.83
I. IV. Tr.	18 26.28	18 26.68	18 27.24	18 27.60	18 28.17	18 28.89	18 29.74	18 30.36	18 31.25	18 31.0	18 30.44	18 29.64	18 28.91	18 28.34	18 27.94	18 27.27	18 26.42	2.a	6	4.97
II. III. Tr.	19.56	19.70	19.37	19.82	21.03	23.54	26.29	28.44	29.41	28.93	28.31	26.55	24.88	23.18	21.37	21.00	20.66	2.a	6	9.89
Annee..	18 22.36	18 23.19	18 23.29	18 23.75	18 24.17	18 26.23	18 28.05	18 29.42	18 30.18	18 29.93	18 29.47	18 28.11	18 26.65	18 25.38	18 24.68	18 24.09	18 23.62	2.a	6	7.82

Ordre des Mois.

Maximum.				*Minimum.*			
3.a	Mars...	18	40.33	10.a	Août.	18	12.17
4.a	Mars...		39.73	6	Août.		13.57
2.a	Mars...		39.27	8	Août.		13.71
1.a	Mars...		39.12	9.a	Août.		13.93
5.a	Mars...		38.83	7	Août.		14.2
6.a	Mars...		37.85	8.a	Août.		15.26
12	Mars...		37.71	9	Nov.		15.58
11	Janvier.		37.21	7 a	Nov.		15.6
7.a	Mars...		37.05	10	Nov.		16.1
10	Janvier.		36.44	6.a	Nov.		16.21
9	Janvier.		36.1	11	Nov.		16.41
8.a	Mars...		35.66	12	Nov.		16.86
8	Janvier.		35.4	5.a	Nov.		17.04
9.a	Janvier.		34.88	4.a	Nov.		17.24
10.a	Janvier.		34.52	1.a	Nov.		17.66
7	Janvier.		34.3	3.a	Nov.		17.87
6	Janvier.		33.95	2.a	Nov.		18.17

TABLE SEIZIÈME.

Différences entre les plus grandes & les plus petites Déclinaisons, pour l'Année 1771.

1771.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	*Maxim.*	*Minim.*	Differ.
Janvier..			12	10	16	14	14	12	10	5.5	7.5	5.0	10.5	7.5	13	10.5	9	10	5.*a*	11
Février..			23	24	30	28.5	28	25	36	41	41	29	28	28	25	26	25	3.4.*a*	8.1	18
Mars....			24	17	15	13.5	14	19.5	18	18	20	15.5	26	30	32	34.5	29	9.*a*	11	21
Avril....			34	35.5	33.5	37	34.5	35	34	34	35.5	35	35.5	31	34	34	35	11	7.*a*	8
Mai.....	24.5	25	32	32	32.5	32.5	26	32.5	35	36	35.5	33	35	26.5	33	29	28	3.*a*	6	11.5
Juin....	20	22	19.5	23	23.5	24.5	26	18	18	17.75	17.75	22	19.5	20.5	15.75	16.5	22.5	12	9.*a*	9.5
Juillet...	41	40	41	40	36	38	38	37	35.5	34	34	33.5	36.5	36	35	36	36	8	5.*a*	7.5
Août....	45	43	43	42	43	49	40	44	44.05	34.5	31.5	33	36	40	39	38	37	6	4.*a*	13.5
Septemb.	23	25.5	34	33	28.5	26	33	32	32.5	30	29	34.5	36	36.5	36	38.5	41	10.*a*	6	18
Octobre.	20	18.5	18.5	18	13.5	13.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14	13	14	13.5	14	14	13.5	6	5.*a*	7
Novemb.	12.5	10.5	11.5	11	11.25	11.25	11.5	11	10	10.25	10	12	11.5	10.5	10.5	11	10.5	6	2.4.*a*	2.5
Décemb.	14.5	14.75	15.75	15	14.5	14.5	14.25	15	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14	14.5	12.5	12	1.*a*	10.*a*	3
I. Trim..			31	28	30	28.5	28	25	36	41	41	29	34	30	32	34.5	29	3.4.*a*	1.*a*	16
II. Trim.			36	38	36.5	40	37.5	35	35	36	36	35	35.5	31.5	41	37	41	8,10,*a*	7	9.5
III. Trim.	48	47.5	44	43	43.5	49	48	52	52.5	48	46.5	47	49	53.5	51	49.5	47	7.*a*	9	10
IV. Trim.	21	20.25	20.25	20.5	15.5	14.75	15.5	15.5	15	15	15.5	14.5	15.5	14.5	15	15	14.5	6	5.7.*a*	6.5
I. Sem...			51	51	47	50.5	50.5	49.5	50	55	55	54	52.5	49	52	56	53	9.*a*	10	9
II. Sem..	59	57.25	54.5	54.5	54.5	59.5	51.5	55	54.5	48.5	47.5	48	50.5	54.5	53.5	52.5	51	11	4.*a*	4
Année...	61	61.25	61.25	59.5	55.5	59.25	53.5	55	54.5	55.5	57.5	55.5	54.5	54	54.5	59.5	54	7.8	12	7.75

Ordre des Mois.

Maximum.			*Minimum.*		
11	Août.	49	5.*a*	Janv.	5
6	Août.	45	3.*a*	Janv.	5.5
2.*a*	Août.	44.5	4.*a*	Janv.	7.5
1.*a*	Août.	43	7.*a*	Janv.	7.5
7	Août.	43	10.*a*	Janv.	9
8	Août.	43	9	Janv.	10
10	Août.	43	2.*a*	Jan. Nov.	10
9	Août.	42	7	Nov.	10.5
3.*a*	Févr.	41	6.*a*	Janv.	10.5
4.*a*	Févr.	41	8.*a*	Nov.	10.5
10.*a*	Sept..	41	9.*a*	Janv.	10.5
6.*a*	Août.	40	1.*a*	Nov.	11
12	Août.	40	10	Nov.	11.25
8.*a*	Août.	39	11	Nov.	11.25
9.*a*	Sept..	38.5	8	Nov.	11.5
6.*a*	Juill..	36.5	12	Nov.	11.5
5.*a*	Sept..	34.5	6	Nov.	12.5

TABLE DIX-SEPTIÈME.

Différences entre les plus grandes & les plus petites Déclinaisons, pour l'Année 1772.

1772.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	*Maxim.*	*Minim.*	Diff.
Janvier..	12.5	12	11.75	11.5	11	11	11	11.25	11	12	11.5	11.5	11.25	11	11.5	16.5	29	10.*a*	10-11|12.7.*a*	18
Février..	11	11.5	13	11.75	12.5	12.5	11.5	10	3.75	16.5	15	13	11.5	13.5	12.25	11.5	11.5	3.*a*	2.*a*	10.75
Mars....	24	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	25.5	28	29	29	23.5	20	19.5	22.5	22.5	20	19.5	3.*a*	6.10.*a*	9.5
Avril....	15	12	10	9	9	8	9	9	10.5	17	14	13	8.5	9	10	9.5	9	4.*a*	11	9
Mai.....	38	38	39	37.5	39	39	39	38.5	37.5	38	38	38	36.5	36.5	36.5	37.5	38.5	10.11.12	6.7.8	2.5
Juin.....	27.5	34.5	40.5	41.5	37	37	29	43.5	34	25	25	28	25	23	25	29	24.5	1	7.*a*	20.5
Juillet...	44	36	37	37	34	32	29	34	33.5	28	36	31	34	28	28	25	30	6	9.*a*	19
Août....	17.5	19.5	14.0	14.5	11	14	32.5	32	30.5	24.5	18	17	20	8.5	12.5	12	15	12	7.*a*	20
Septemb.	10.5	29.5	29.5	27.5	29.5	35.5	39	40	46	46	43	39	40	36	32	34	24	2.3.*a*	10.*a*	22
Octobre.	32	33	35	32	42	42.5	41.5	40.5	40.5	41	40	40.5	37	37	40	29	31	11	9.*a*	13.5
Novemb.	5.5	10	18	8	6.5	7	6.5	5.5	6.5	14	15	8.5	9	13	10	10	10.5	4.*a*	6	9.5
Decemb.	18	21	17	18.5	19.5	19.5	20	20	20	20	16	17.5	17	16	21.5	19	17	8.*a*	7.*a*	5.5
I. Trim. .	24	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	24.5	28	29	29	23.5	20	19.5	22.5	22.5	20	19.5	2.3.*a*	6.10.*a*	9.5
II. Trim..	65	72.5	73.5	80	76	76	76	65	54	55	55	60	59	59	59	68	63	12	2.*a*	23
III. Trim.	58	44	47	49	44	44	47	55	56	56	50	48	46	45	41	37	37	6	9.10.*a*	21
IV. Trim.	32	33	35	32	42	42.5	41.5	40.5	40.5	41	40	40.5	37	37	40	39	31	11	10.*a*	11
I. Semest.	72.5	82	88	88	84	87.5	75.5	69	69	69	67.5	69	68.5	67.5	70.5	73	68.5	8.9	4.7.*a*	20.5
II. Sem. .	72	58	61	61	58	62	68	76	76	75	69	69	63	60	63	55	58	1.2	9.*a*	21
Année...	117	120	120	120	120	123.5	119.5	124	125	124	125	120	195	118.5	121.5	11.5	115.5	2.*a*	6.*a*	10

Ordre des Mois.

Maximum.			*Minimum.*		
2.*a*	Sept.	46	6	Nov.	5.5
3.*a*	Sept.	46	1.*a*	Nov.	5.5
6	Juill.	44	10	Nov.	6.5
1.*a*	Juin.	43.5	12	Nov.	6.5
4.*a*	Sept.	43	2.*a*	Nov.	6.5
11	Octob.	42.5	11	Nov.	7
10	Octob.	42	8	Nov.	8
9	Juill.	41.5	9	Nov.	8
12	Octob.	40.5	6.*a*	Avril.	8.5
8	Juin.	40.5	7.*a*	Avril.	9
5.*a*	Octob.	40.5	10.*a*	Avril.	9
6.*a*	Sept.	40	9.*a*	Avril.	9.5
8.*a*	Octob.	40	7	Nov.	10
10.*a*	Mai.	38.5	8.*a*	Av.-Nov.	10
7	Mai.	38	4.*a*	Janv.	11
9.*a*	Mai.	37.5	5.*a*	Janv.	11.5
7.*a*	Octob.	37	3.*a*	Janv.	12

TABLE DIX-HUITIÈME.

Differences entre les plus grandes & les plus petites Déclinaisons, pour l'Année 1773.

1773.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	*Maxim.*	*Minim.*	Differ.
Janvier..	35	35	35	34	33	32	32	31	33.5	33.5	33.5	33	32	30	28	29	27	6.7.8	10.*a*	8
Février..	25	23	23	22	22	21	20	16	16	15.5	16.5	19.5	24	23	24	24	24	6	3.*a*	9.5
Mars....	26	22	19	23	23	24	24	23	23	23	23.5	25	23	22	22	21	15	6	10.*a*	11
Avril....	22	23	22	23	25	24	21	24	23	23	24	23	23.5	22	18	16	15	10	10.*a*	10
Mai.....	12	14	15	13	18	14	16	18	18	16	18	17	17	18	17	16	16	7.10|1.9.4.7	6	6
Juin	21	21	17	16	15	16	19	18	15	16	17	17	18	23	20	14	17	7.*a*	9.*a*	9
Juillet...	23	31	25	20	20	20	25	24	15	15	24	29	24	25	18	19	13	7	10.*a*	18
Août....	25	29	35	28	32	28	31	27	20	34	29	24	23	21	24	19	25	3.*a*	9.*a*	15
Septemb.	24	26	29	32	28	29	22	19	14.5	19	24	18	19	24	27	26	27	9.*a*	2.*a*	17.5
Octobre .	25	26	26	29	34	37	37	37	37	33	32	34	34	28	28	25	25	1.1—34	6|9.10.*a*	12
Novemb.	16	15	20	20	17	19	17	19	18	17	16	16	17	16	14	14	11	8.9	10.*a*	9
Décemb.	15	15	14	14	12	12	15	15	13	12	11	10	13	13	11	11	12	6.7.12 1.*a*	5.*a*	5
I. Trim. .	43	41	39	34	34	34	34	31	33.5	35.5	33.5	33	32	30	28	29	31	6	8.*a*	15
II. Trim.	27	28	29	29	34	31	29	31	31	30	32	31	31.5	35	31	36	25	9.*a*	10.*a*	11
III. Trim.	32	34	38	32	37	32	30	23	22.5	24	31	30	28	33	30	29	34	10	2.*a*	14.5
IV. Trim.	28	29	29	32	35	39	40	40	39	39	38	38	38	32	31	28	25	12.1	10.*a*	15
I. Sem...	48	48	48	48	48	46	43	41	41	40	41	41	41	45	43	49	41	9.*a*	3.*a*	9
II. Sem. .	33	34	38	32	40	39	40	49	39	39	38	38	38	35	35	30	35	12.1	9.*a*	10
Année...	59	59	60	54	57	53	52	51	50	50	51	51	51	52	49	49	56	8	8.9	11

Ordre des Mois.

Maximum.			*Minimum.*		
6	Janvier.	35	5.*a*	Décemb.	10
7	Janvier.	35	4.*a*	Décemb.	11
8	Janvier.	35	8.*a*	Décemb.	11
9	Janvier.	34	9.*a*	Décemb.	11
6.*a*	Octobr.	34	10.*a*	Novemb.	11
6.*a*	Octobr.	33	6	Mai.....	12
2.*a*	Janvier.	33.5	10	Décemb.	12
3.*a*	Janvier.	33.5	11	Décemb.	12
4.*a*	Janvier.	33.5	3.*a*	Décemb.	12
10	Janvier.	33	2.*a*	Décemb.	13
11	Janvier.	32	6.*a*	Décemb.	13
12	Janvier.	32	7.*a*	Décemb.	13
1.*a*	Janvier.	30	7	Mai.....	14
9.*a*	Janvier.	30	8	Décemb.	14
5.*a*	Janvier.	29	9	Décemb.	14
8.*a*	Jan. Oct.	28	12	Décemb.	15
10.*a*	Jan. Oct.	27	1.*a*	Décemb.	15

TABLE DIX-NEUVIÈME.

Variations horaires moyennes vraies, pour l'Année 1771.

1771.	6 — 7	7 — 8	8 — 9	9 — 10	10 — 11	11 — 12	12 — 1	1 — 2	2 — 3	3 — 4	4 — 5	5 — 6	6 — 7	7 — 8	8 — 9	9 — 10	Maxim.	Minim.	Diff.
Janvier..			—0.76	1.19	1.45	0.10	0.24	0.14	—0.05	0.29	—2.27	0.52	—1.13	—0.44	—0.02	0.4	4.a	9.a	2.88
Février..			0.41	1.58	1.26	1.85	1.72	0.76	—1.17	—2.76	—1.34	—0.04	—1.98		—0.33	—0.67	4.a	10.a	2.76
Mars....			—0.08	1.94	1.55	1.95	2.04	2.55	—0.06	—2.04	—2.31	—1.58	—0.13	—0.19	—1.1	—1.2	2.a	9	2.47
Avril....			1.32	1.24	1.87	3.97	2.7	1.19	0.92	—3.17	—0.31	—0.85	—0.84	—0.44	—0.3	—0.38	12	9.a	3.67
Mai.....	2.16	—0.82	0.88	1.78	2.87	3.83	3.31	3.48	0.46	—1.33	—1.19	—2.94	—2.81	—0.52	—0.01	0.18	12	9.a	3.82
Juin.....	0.51	0.32	0.32	0.5	3.08	3.06	3.54	0.78	0.58	—0.11	—0.38	—2.11	—0.68	—1.69	—0.03	—0.92	1.a	9.a	3.48
Juillet...	—0.92	—0.32	—1.42	1.73	0.26	0.57	0.63	0.57	—0.13	—0.04	—0.06	—0.63	—0.42	—0.15	—0.41	—0.01	9	10.a	1.41
Août....	—0.16	—0.36	1.07	0.74	2.11	4.06	0.74	0.32	0.99	1.25	—1.45	—0.98	—1.57	—0.70	—1.4	—1.11	12	7	3.9
Septemb.	—0.36	—0.38	—0.20	0.64	1.07	1.54	0.91	0.49	0.18	0.36	—0.30	—1.36	—1.13	—0.55	—0.14	—0.18	12	9	1.40
Octobre.	—0.68	—0.17	0.01	0.70	0.44	0.36	1.35	0.14	0.78	—0.85	—0.89	0.52	—0.48	—0.13	—0.99	—0.69	9.a	9	0.98
Novemb.	0.35	—0.48	—0.84	0.93	0.05	1.75	1.02	—0.05	0.94	—0.54	—1.2	0.52	—0.25	—0.62		—0.28	12	9.a	1.75
Décemb.	—0.14	0.14	0.16	0.5	0.07	0.37	—0.10	—0.17	—0.17	—1.04	0.71	0.1	0.25	—0.36	—0.11	—0.61	4.a	11	0.97
I. Trim..			—0.18	1.57	1.52	1.30	1.34	1.15	—0.43	—1.48	—2	—0.36	—1.08	—0.21	—0.70	—0.25	5.a	9	1.8
II. Trim..	1.33	1.75	2.63	1.18	2.60	3.62	3.18	1.49	0.65	—1.86	—0.62	—1.93	—1.47	—0.59	—0.09	—0.38	12	9.a	3.59
III. Trim.	—0.51	—0.36	—0.18	1.04	1.15	2.05	0.76	0.46	0.34	0.53	—0.6	—0.99	—1.04	—0.43	—0.60	—0.20	12	9	1.97
IV. Trim.	—0.15	—0.73	0.47	0.91	0.18	0.83	0.72	0.01	0.5	—0.82	—0.46	—0.39	—0.15	—0.47	—0.36	—0.53	10	2.a	0.52
I. Semest.			0.23	1.37	2.01	1.46	2.26	2.32	0.11	—1.67	—1.31	—1.14	—1.28	—0.40	—0.39	—0.27	2.a	3.a	2.21
II. Sem..	—0.33	—0.44	0.04	0.98	0.61	1.49	0.24	0.74	0.42	—0.13	—0.53	—0.4	—0.54	—0.44	—0.48	—0.37	12	9	1.45
Année...			0.06	0.17	1.31	1.98	1.25	1.03	0.26	—0.91	—0.92	—0.72	—0.95	—0.42	—0.43	—0.27	12	9	1.92
I. IV. Tr.			0.14	1.24	0.82	1.05	1.03	0.57	0.04	—0.3	—1.28	0.02	—0.62	—0.29	—0.55	—0.39	5.a	3.a	1.24
II. III. Tr.			0.26	1.11	1.02	2.89	1.97	0.98	0.49	—0.67	—0.61	—1.46	—1.25	—0.50	—0.35	—0.29	12	10.a	2.63

Ordre des Mois.

	Maximum.			Minimum.		
Janvier.	12	Août.	4.06	8.a	Févr.	
Février.	1	Juin.	3.54	9.a	Nov.	
Mars.	4.a	Avril.	3.17	9	Octob.	0.01
Avril.	11	Juin.	3.08	10.a	Juill.	0.01
Mai.	6.a	Mai.	2.94	4.a	Juill.	0.04
Juin.	7.a	Mai.	2.81	6.a	Févr.	0.04
Juillet.	2.a	Mars.	2.55	11	Nov.	0.05
Août.	5.a	Mars.	2.31	2.a	Nov.	0.05
Sept.	10	Mars.	1.94	3.a	Janv.	0.05
Octobr.	8.a	Juin.	1.69	5.a	Juill.	0.06
Nov.	9	Juill.	1.42	12	Janv.	0.10
Déc.	9.a	Août.	1.4	7.a	Mars.	0.13
I. Trim.	3.a	Févr.	1.17	1	Déc.	0.19
II. Trim.	10.a	Août.	1.11	10	Jui. Déc.	0.1
III. Tr.						
IV. Tr.						
I. Sem.						
II. Sem.						
Année.						
I. IV. Tr.						
II. III. T.						

TABLE VINGTIÈME.

Variations horaires moyennes vraies, pour l'Année 1772.

1772.	6 — 7	7 — 8	8 — 9	9 — 10	10 — 11	11 — 12	12 — 1	1 — 2	2 — 3	3 — 4	4 — 5	5 — 6	6 — 7	7 — 8	8 — 9	9 — 10	*Max.*	*Minim.*	Differ.	
Janvier..	0.93	−1.07	0,24	0.64	0.18	0.03	0.15	−0.07	−0.50	−0.66	−0.15	−0.71	−0.62	−0,20	0.29	−1,83	10.*a*	12	1.8	Janvier.
Fevrier..	0.14	0.49	0.41	1.39	0,10	0.68	0.61	0.37	0.06	−0.77	−1.63	−0.99	−0.10	−0.72	−0.03		10	10.*a*	1.39	Février.
Mars....	0.23	−0,01	−0,37	0.03	1,86	2,10	1.44	0.63	0.6	−0.58	−0.77	−0.89	−2.11	−0.70	−0,26	−0.04	7.*a*	8	2.10	Mars.
Avril....	0.19	0.15	0.63	0,61	0,25	0,83	0.46	0.09	0,81	−0.03	−0.91	−0.40	−0.21	−0.20	−0.3	−0.29	5.*a*	4.*a*	0.87	Avril.
Mai.....	−0.27	0.19	0.13	0.82	0.74	1.33	1.20	0.34	0.53	−0.14	−0.2	−0.06	−0.81	−0.1	−0.15	−1,28	12	6	1.25	Mai.
Juin	−1.52	−1.52	1,43	0.95	1.13	3.03	0.23	2.12	2.12	0.43	−2.12	−1,12	0.18	−2.76	−0.57	−0.23	12	7.*a*	3.85	Juin.
Juillet...	−2.93	−0.05	−0,22	2	4.72	6.52	6.50	0.22	3.54	−3.99	−3.98	−2,44	−1.76	−2.13		−1.84	12	9.*a*	6.52	Juillet.
Août....	−0.83	−0.98	0.48	2.32	2.85	8.13	1.79	2.66	−0.58	−0.76	−4.13	−0.91	−2.41	−1.02	−1.48	−1.26	12	9	7.65	Août.
Septemb.	1.8	0.06	0.9	0.87	3.62	3.66	1.52	2.25	−1.57	−2.01	−3.5	−1.47	−0.19	−0.54	−0.74	−0.98	12	8	3.6	Septemb.
Octobre .	2.27	0.06	0.45	0.06	1,14	0.52	1,69	1.67	−0.45	−0.34	−1.37	−0.63	−0.2	−1,05	−0.96	−0.37	7	8	2.21	Octobre.
Novemb.	−0.5	−1.12	−0,02	0.44	0.78	0.95	0.62	0.28	0.13	−0,54	−0.3	−0.04	−0.3	−0,57	−0.10	−0,28	8	9	1.12	Novemb.
Décemb.	0.39	−1.02	0.55	0.44	0.64	0.76	0.35	0,03	−0.09	−0.86	0.23	0.78	−0.12	−0.36	0.13	−0.14	8	2.*a*	0.99	Décemb.
I. Trim. .	0.38	−0.14	0,24	0.5	0.71	1.31	0,88	0.12	0.18	−0.58	−0.12	−0.95	−0.92	−0.53	−0.07	−0.46	12	9.*a*	1.24	I. Trim.
II. Trim.	0.58	−0,58	0,66	0.77	0.68	1.85	0.7	0.06	0.29	0.61	−0.49	−0.3	−0.63	−1.33	−0.25	−0.54	12	2.*a*	1.79	II. Trim.
III. Trim.	−0.77	−0.2	0.32	1.75	3.71	6.15	3.08	2.31	−0,05	−2,87	−3.68	−1.18	−2.05	−0.7	−0.8	−0.29	12	3.*a*	6.10	III. Trim.
IV. Trim.	0.81	−0.76	0.36	0.15	0.97	0.78	0.85	0.3	0.33	−0.61	−0.61	0.09	−0.14	−0.46	−0.33	−0.26	11	6.*a*	0.88	IV. Trim.
I. Sem...	0.34	−0.38	0.58	0.72	0.54	1.59	0.7	0.20	0.91	−0.97	−0.71	−0.61	−0.67	−0.13	−1.39	−0.34	12	8.*a*	1.46	I. Sem.
II. Sem. .	0.24	−0.45	0.3	1.19	2.10	3.54	1.92	1.36	−0.41	−1.39	−2.22	−0.34	−0.59	−0.54	−0.83	−1 22	12	7	3.10	II. Sem.
Année...	0.28	−0.48	0.42	1.05	1.03	2.74	1.22	0.75	0.03	−1.29	−1.26		−0.09	−1.11	−0.77	−0.71	12	6.*a*	2.74	Année
I. IV. Tr.	0.59	−0.44	0.49	0.13	0.84	1.04	0.87	0.21	0.10	−1,09	−0.19	−0.43	−1.03	−0,09	−0.19	−0.76	4.*a*	8.*a*	1	I. IV. Tr.
II. III. Tr.	−0.17	−0.32	0.49	1.25	2.21	3.99	1.90	1.18	0.12	−1.33	−2.08	−0.74	−1.34	−1.27	−0.22	−0.62	12.*a*	7	3.82	II. III. Tr.

Ordre des Mois.

Maximum.			*Minimum.*		
12	Août.	8.13	9.*a*	Juill.	
1.*a*	Juill.	6.5	10.*a*	Fevr.	
11	Juill.	4.72	8	Mars.	0.01
5.*a*	Août.	4.13	9	Nov.	0.02
4.*a*	Juill.	3.99	10	Mars.	0.03
3.*a*	Juill.	3.54	12	Janv.	0.03
7	Juill.	2.93	2.*a*	Déc.	0.03
2.*a*	Août.	2.66	4.*a*	Avril.	0.03
6.*a*	Juill.	2.44	6.*a*	Nov.	0.03
7.*a*	Août.	2.41	3.*a*	Févr.	0.06
8.*a*	Juill.	2.13	11	Févr.	0.1
10	Juill.	2	7.*a*	Févr.	0.1
10.*a*	Juill.	1,84	8.*a*	Mai.	0.10
8	Juin.	1.52	7	Févr.	0.14
9.*a*	Août.	1.48	5.*a*	Janv.	0.15
9	Juill.	1.43	1.*a*	Juin.	0.23

TABLE VINGT-UNIÈME.

Variations horaires moyennes vraies, pour l'Année 1773.

1773.	6 — 7	7 — 8	8 — 9	9 — 10	10 — 11	11 — 12	12 — 1	1 — 2	2 — 3	3 — 4	4 — 5	5 — 6	6 — 7	7 — 8	8 — 9	9 — 10	*Maxim.*	*Minim.*	Diff.	
Janvier. .	0.35	1.10	0.70	0.34	0.77	0.32	0.19	0.58	—0.30	—0.5	—0.99	—0.77	0.37	—0.54	—0.72	—0.36	8	1.*a*	0.91	Janvier.
Février. .	0.63	0.39	0.16	0.35	0.81	0.81	0.75	0.62	—0.07	—0.34	—0.88	—1.17	—0.78	—0.15	—1.35	—0.85	9.*a*	3.*a*	1.28	Février.
Mars....	0.47	0.39	1.06	0.88	1.64	2.19	1.51	0.05	1.04	—0.58	—0.9	—0.98	—0.8	—1.39	—1.50	—1.61	12	2.*a*	2.14	Mars.
Avril....	0.24	0.3	—0.56	1.21	1.28	2.07	1.3	1.41	0.72	0.47	—0.69	—1.19	—1.39	—1.54	—1	—0.88	12	7	1.83	Avril.
Mai.....	0.1	0.1	0.57	0.64	1.81	2.87	1.5	0.65	0.33	—1.2	—0.75	—1.85	—0.4	—2.19	—0.38	—0.07	12	10.*a*	2.80	Mai.
Juin.....	—0.32	—0.49	—0.39	0.08	2.55	2.54	1.39	1.29	0.26		—0.83	—1.05	—1.79	—1.63	0.88	—0.3	11	4.*a*	2.55	Juin.
Juillet...	1.34	—1.46	1.12	0.68	1.27	3.31	3.82	0.34	—0.1	—0.16	—2.52	—0.62	—1.54	—2.87	0.87	0.06	1.*a*	4.*a*	3.66	Juillet.
Août....	0.63	—0.49	2.91	2.78	4.45	3.95	1.47	1.03	—2.19	—1.71	—3.19	—3.68	—2.49	—1.44	—1.27	—1.76	11	8	3.96	Août.
Septemb.	—0.75	—0.31	0.04	1.42	3.49	1.89	2.85	1.58	—1.58	—1.71	—2.19	—0.75	—2.72	—0.78	—0.95	—0.23	11	9	3.45	Sept.
Octobre.	0.25	0.18	0.12	0.37	0.76	0.92	0.76	0.74	0.65	—0.85	—1.45	—0.21	—1.18	—0.5	—0.47	—0.31	5.*a*	8	1.27	Octobr.
Novemb.	0.4	0.4	0.18	0.52	0.31	0.45	0.8	0.41	—0.30	—0.63	—0.20	—0.83	—0.61	—0.34	—0.26	—0.27	6.*a*	9	0.65	Nov.
Decemb.	0.04	0.16	0.11	0.26	0.73	0.16	—0.02	—0.10	—0.08	—0.24	—0.16	—0.19	—0.22	—0.01	—0.44	—0.40	11	8.*a*	0.72	Déc.
I. Trim. .	0.72	0.74	0.55	1.06	0.53	1.13	0.83	1.39	—0.70	—0.44	—0.98	—1.03	—0.61	—0.41	—1.12	—1.07	2.*a*	8.*a*	0.98	I. Trim.
II. Trim..	0.18	—0.10	—0.06	0.69	0.89	2.41	1.63	1.07	0.51	—0.36	—0.59	—1.33	—1.23	—1.81	—0.34	—0.30	12	9	2.35	II. Trim.
III. Trim.	0.11	0.57	0.97	1.78	3.13	3.21	2.54	0.95	—1.55	—0.88	—2.93	—2	—2.17	—1.22	—0.42	—0.38	12	7	3.10	III. Tr.
IV. Trim.	0.09	0.37	0.16	0.37	0.63	0.57	0.42	0.38	0.19	—0.66	—0.62	—0.43	—0.54	—0.39	—0.21	—0.21	4.*a*	9	0.5	IV. Tr.
I. Semest.	0.54	0.20	0.26	0.71	1.36	1.79	1.27	1.25	—0.15	—0.38	—0.81	—1.19	—0.89	—1.2	—0.88	—0.74	12	8	1.58	I. Sem.
II. Sem. .	0.53	0.16	0.28	1.05	1.84	1.87	1.45	0.65	—0.62	—0.66	—1.87	—1.25	—1.32	—1.13	—0.35	—0.38	5.*a*	8	1.71	II. Sem.
Année...	0.83	0.2	0.36	0.82	1.66	1.82	1.37	0.76	—0.25	—0.46	—1.36	—1.46	—1.27	—0.7	—0.59	—0.47	12	8	1.62	Année.
I. IV. Tr.	0.4[illegible]	0.36	0.36	0.47	0.72	0.85	0.62	0.89	—0.25	—0.56	—0.80	—1.33	—0.57	—0.40	—0.67	—0.85	6	3	1.08	I. IV. Tr.
II. III. Tr.	0.11	—0.33	0.45	1.21	2.51	2.65	2.15	1.01	—0.52	—0.62	—1.76	—1.67	—1.70	—1.81	—0.37	—0.34	12	6	2.51	II. III. T.

Ordre des Mois.

Maximum.			*Minimum.*		
11	Août.	4.45	4.*a*	Juill.	
12	Août.	3.95	8.*a*	Déc.	0.01
1	Août.	3.82	1.*a*	Déc.	0.02
6.*a*	Août.	3.68	7	Déc.	0.04
5.*a*	Août.	3.19	9	Sept.	0.04
7	Août.	2.91	2.*a*	Mars.	0.05
8.*a*	Juill.	2.87	10.*a*	Juill.	0.06
10	Août.	2.78	3.*a*	Fevr.	0.07
6.*a*	Sept.	2.72	10	Mars.	0.08
10.*a*	Août.	1.76	8	Mai.	0.1
4.*a*	Août-S.	1.71	12	Déc.	0.16
2.*a*	Sept.	1.58	5.*a*	Déc.	0.16
3.*a*	Sept.	1.58	6.*a*	Déc.	0.19
7.*a*	Mars.	1.50	7.*a*	Déc.	0.22
8	Juill	1.46	9.*a*	Nov.	0.26
7	Sept.	0.75	11	Nov.	0.31

SUPPLÉMENT AUX TABLES XIX, XX ET XXI.

Variations horaires moyennes occidentales & orientales, pour les Années 1771, 1772, 1773.

		Janvier.	Fevrier.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septemb.	Octobre.	Novemb.	Décemb.	I. Trim.	II. Trim.	III. Trim.	IV. Trim.	I. Semest.	II. Sem.	I. IV. Tr.	II. III. Tr	Annee.
1771.	Occident.	0.54	1.08	2.01	1,89	2.11	1.41	0.82	1.42	0,86	0.54	0.69	0.34	1,78	1.94	0.91	0.52	1.39	0.64	1.15	1.42	0.76
	Oriental.	0.76	1.04	0.97	0.94	1.39	0.85	0.42	0.96	0.44	0.61	0.47	0.35	0.75	0.99	0.57	0.46	0.92	0.41	0.68	0.78	0.65
1772.	Occident.	0.41	0.42	0.98	0.45	0.65	1.3	3.33	3.04	1.83	0.83	0.46	0.42	0,69	0.75	3.13	0.57	0.69	1.53	1.11	1.94	1.08
	Oriental.	0.61	0.61	0.62	0.33	0.36	1.4	2.03	1.47	1.38	0.62	0.41	0.43	0.53	0.57	0.95	0.43	0.61	1.0	0.48	0.76	0.88
1773.	Occident.	0.52	0.57	1.02	1.03	0.95	1.28	1.41	2.46	1.88	0.53	0.51	0.31	0.80	1.12	1.84	0.40	0.91	1.07	0.60	1.48	1
	Oriental.	0.53	0.70	0.88	1.03	0.98	0.85	1.45	2.02	1.17	0.71	0.38	0.19	0.74	0.81	1.46	0.42	0.78	0.96	0.58	1.13	0.85

Ordre des Mois, pour les Variations horaires occidentales & orientales.

1771.	Occident.	Mai....	Mars....	Avril....	Août....	Juin.....	Février..	Septemb.	Juillet...	Novemb.	Janvier..	Octobre.	Décemb.	II. Trim..	I. Trim...	III. Trim.	IV. Trim.	I. Semest.	II. Sem...	II. III. Tr	I. IV. Tr..	
	Oriental.	Mai....	Février..	Mars....	Août....	Avril....	Juin.....	Janvier..	Octobre.	Novemb.	Septemb.	Juillet...	Décemb.	II. Trim..	I. Trim...	III. Trim.	IV. Trim.	I. Semest	II. Sem..	II. III. Tr.	I. IV. Tr..	
1772.	Occident.	Juillet...	Août....	Septemb.	Juin.....	Mars....	Octobre.	Mai.....	Novemb.	Avril....	Fevrier..	Décemb.	Janvier..	III. Trim.	II. Trim..	I. Trim...	IV. Trim.	II. Sem..	I. Semest.	II. III. Tr.	I. IV. Tr.	
	Oriental.	Juillet...	Août....	Juin.....	Septemb.	Mars....	Octobre.	Janvier..	Février..	Décemb.	Novemb.	Mai.....	Avril....	III. Trim.	II. Trim..	I. Trim...	IV. Trim	II. Sem ..	I. Semest.	II. III. Tr.	I. IV. Tr..	
1773.	Occident.	Août....	Septemb.	Juillet...	Juin.....	Mars....	Avril....	Mai.....	Février..	Octobre.	Janvier..	Novemb.	Décemb.	III. Trim.	II. Trim..	I. Trim...	IV. Trim.	II. Sem...	I. Semest.	II. III. Tr.	I. IV. Tr..	
	Oriental.	Août....	Juillet...	Septemb.	Avril....	Mai.....	Mai.....	Juin.....	Octobre.	Février..	Janvier..	Novemb.	Décemb.	III. Trim.	II. Trim..	I. Trim...	IV. Trim.	II. Sem...	I. Semest.	II. III. Tr.	I. IV. Tr..	

TABLE VINGT-DEUXIÈME.

Déclinaisons moyennes, pour tous les Jours de l'Année 1771, avec les Différences diurnes de ces Déclinaisons.

Jour	Janvier.				Février.				Mars.			
1					19	33.44		1.44	19	24.93		0.35
2	19	24.31				36.63		3.29		23	—	1.93
3		29		4.69		32.67	—	3.96		23.39		0.39
4		30.71		1.71		30.72	—	1.95		24.67		1.28
5		31.16		0.41		28.3	—	2.42		19.88	—	4.79
6		34.83		3.67		34.15		5.85		18.58	—	1.30
7		32.33	—	2.50		31.63	—	2.52		19.96		1.38
8		32.12	—	0.21		30.27	—	1.36		19.21	—	6.75
9		30.25	—	1.87		21.9	—	8.37		23.13		3.92
10		28.33	—	1.92		26.57		4.67		15.75	—	7.38
11		31.75		3.42		23	—	3.57		19.04		3.29
12		33		1.25		26		3		19.32		0.28
13		32.6	—	0.4		25.21	—	0.79				
14		29.75	—	2.85		22.13	—	3.08				
15		31.18		1.43		21.26	—	0.87		21.63		
16		30.71	—	0.47		23.31		2.05		20.72	—	0.91
17		26.42	—	4.29		21.28	—	2.03		19.25	—	0.97
18		22.78	—	3.64		24.57		3.29		20.27		1.02
19		27.9		5.12						22.14		1.87
20		29.32		1.42						23.5		1.36
21		29.81		0.49		11.88				22	—	1.10
22		30.65		0.84		19.42		7.54		26.5		4.5
23		30.7		0.15		21.85	+	2.43		23.75	—	2.75
24		30.62	—	0.08		20.42	—	1.12		22.65	—	1.10
25		31.77		1.15		21.54		1.11		21	—	1.65
26		33.82		2.05		22.71	+	1.17		18.53	—	2.47
27		34		0.18		21.92	—	0.79		23.26		4.73
28		30.64	—	3.36		24.58		2.66		28.3		5.04
29		27.25	—	3.39						29.8		1.5
30		32.6		5.35						29.93		0.13
31		32	—	0.6						33.84		3.91

Jour	Avril.				Mai.				Juin.			
1	19	36.43		2.59	19	50.31	—	0.89	19	45.75	—	2.11
2		40.33		3.90		49.96	—	0.35		46.77		1.02
3		39.9	—	0.43		56		6.04				
4		38.63	—	1.27		50.56	—	5.44		42.06		
5		38.15	—	0.48		51.13		0.57		36.94	—	5.12
6		37.66	—	0.49		53.47	—	2.34		40.77		3.83
7		41.88		4.22		56.27	+	2.80		39.21	—	1.56
8		30.33	—	11.55		53.07	—	3.20		40.94		0.73
9		29.4	—	0.93		35.5	—	17.57		39.23	—	1.71
10		32.2		2.8		26.81	—	8.69		31.51	—	7.72
11		35.69		3.49		27.71		0.90		33.85		2.34
12		46.5		10.81						36.3		2.45
13		48.93		2.43						39.67		3.37
14		52		3.07		28				37.41	—	2.26
15		47.46	—	4.54		35.53		7.53		37.4	—	0.01
16		48.61		1.15		46.18		10.65		37.86		0.46
17		49.57		0.96		39.81	—	6.37		32.67	—	5.19
18		50.35		0.78		42.44		2.63		34.26		1.59
19		50.23	—	0.12		45		2.56		32.25		2.01
20		54.33	—	4.10		46.66		1.66		35.61		3.36
21		53.63	—	0.9		43.88	—	2.78		35.47	—	0.14
22		51.85	—	1.78						31 34	—	4.13
23		54.46		2.61		47.5				33.07		1.73
24		51.87		2.59		45.5	—	2		35.26		2.19
25		59.28		7.41		46.3		0.8		36.35		1.09
26	20	1.88		2.60						32.9	—	3.45
27	19	57.46	—	4.42		46.83				33.69		0.79
28		55.03	—	2.43		36	—	10.83		35.16		1.47
29		53.73	—	1.36		35.29	—	0.71		36.94		1.78
30		51.42	—	2.31		44.21		8.92		35.71	—	1.23
31						47.86		3.65				

Jour	Juillet.				Août.				Septembre.			
1	19	43.41	—	2.30	19	21.06	—	1.82	19	36.91	—	4.20
2		34.4		0.99		27.2		6.14		46.91		10
3		37.97		3.57		30.39		3.19		47.8		0.89
4		37.06	—	0.91		33.83		3.44		42.3	—	5.5
5		31.63	—	5.43						32.33	—	9.97
6		36.91		5.28		26.12				30	—	2.33
7		34.39	—	2.52		28.71		2.59		33		3
8		20.89	—	13.50		30.71		2.0		43.3		10.3
9		16.68	—	4.21		25.70	—	5.01		53.03		9.73
10		18.44		1.76		20.42	—	5.28		49	—	4.03
11		36.6		18.16		16.82	—	3.60		51.1		2.1
12		43.32		6.72		17.88		1.06		52.03		0.93
13		30.9		7.58		15.69	—	2.19		46.12		5.91
14		46.58		4.31		20.20		4.51		51		4.88
15		51.35		4.77		15.08	—	5.12		48.8		2.2
16		51.96		0.61		20.35		5.27		50.2		1.4
17		50.88	—	1.08		51.03		30.68		49.66	—	0.54
18		51.1		0.22		51.7		0.67		51.47		1.81
19		41.8	—	9.3						53.27		1.80
20		35.7	—	6.1						54.06		0.79
21		33.22	—	2.48						52.8	—	1.26
22		34.53		1.31						56.04		3.24
23		32.6	—	1.93						59.65		3.61
24		29.8	—	2.8						54.15	—	5.50
25		21.09	—	8.71		50.8				50.5	—	3.65
26		17.73	—	3.36		41.88	—	8.92		49.32	—	1.18
27		20.43		2.70		41.6	—	0.28		45.8	—	2.52
28		21.06		0.63		43		1.4		48.65		1.85
29		23.1		1.04		32.96	—	10.04		52.16		3.51
30		21.71	—	1.39		43.24		10.28		53.78		1.62
31		22.88		1.17		41.21		2.03				

Jour	Octobre.				Novembre.				Décembre.			
1	19	52.66	—	1.12	19	58.71		3.91	20	2.43		2.39
2		52.41	—	0.25	20	1.41		2.7		3.88		1.45
3		50.57	—	1.84	19	59.77		1.64		3.24		0.64
4		50.6		0.03		56.18	—	2.59		3.47		0.23
5		51.06		0.46	20	0.35		4.17				
6		54.85		3.79	19	56.85	—	3.50	19	50.7		
7		51.87	—	2.98	20	0.82		3.97		54.55		3.78
8		55.94		4.07		3.38		2.56		54.72		0.17
9		54.5		1.54	19	58	—	7.58	20	3.37		8.65
10		53.33	—	1.17		57.38	—	0.62		4.26		0.89
11		53.9		0.57	20	1.21		3.83		3.1		1.16
12		53.6	—	0.3		4.47		3.26		3 5		0.4
13		54.1		0.5		3.12	—	1.35		3.91		0.41
14		52.3	—	1.8		3.93		0.81		4.07		0.16
15		51.3	—	1	19	57.62	—	6.31		4.25		0.18
16		52.12		0.82		19.17		1.55		4.24		0.01
17		52.23		0.11	20	1.81		2.64		4.06		0.18
18		53.88		1.65	19	59.63	—	2.18		4.4		0.34
19		59.1		5.22	20	3.23		3.60		4.73		0.33
20		56.63	—	2.47		1.53	—	1 70		4.68	—	0.05
21		55.47	—	1.16	19	55.27	—	6.26	19	55.13	—	0.55
22		54.47	—	1		54.53	—	0.74		54.67	—	0.45
23		54	—	0.47	20	2.31		7.78		55.19	+	0.52
24		54.46		0.46		2.43		0.12		58.52		3.33
25		54.37	—	0.09		2.44		0.01	20	2.9		4.38
26		55		0.63		4.34		1.90		2.81	—	0.09
27		55.13		0.13		3.1	—	1.24		4		1.19
28		58.07		2.94		2.53	—	0.57		2.7	—	1.30
29	20	4		5.93		0.82	—	1.71		4.44	+	1.74
30		4.82		0.82		0.14	—	0.68		4.72		0.28
31	19	54.8	—	10.02						4.68	—	0.04

TABLE XXIII.

***Déclinaisons moyennes**, pour tous les Jours où il y a eu des irrégularités,*

	Déclinaisons.		*Variations.*
Février,	19 ...	19° + 28.12	Du 18 au 19 ... 5.15
	20 ...	18.53	19 .. 20 ... 9.59
			20 .. 21 ... 6.65
Mars, ..	13 ...	19° + 23.81	Du 12 au 13 ... 4.49
	14 ...	35.7	13 .. 14 ... 11.89
			14 .. 15 ... 14.07
Mai, ...	12 ...	19° + 34.65	Du 11 au 12 ... 6.94
	13 ...	35.96	12 .. 13 ... 1.31
			13 .. 14 ... 7.96
Août, ..	29 ...	Sans l'irrégularité, 19° 42′	
		Avec l'irrégularité, 19° 32.96	
Décemb.	5 ...	19° + 51.34	Du 4 au 5 ... 12.13
			Du 5 au 6 ... 0.57

***Déclinaisons diurnes moyennes**, pour chaque Mois de l'Année 1771.* — *Ordre des Mois.*

1771.	*Maximum.*		*Minimum.*		Differ.	Moyen ar.		*Maxim.*	*Minim.*	Differ.	Moy. ar.
Janvier..	19	34.83	19	24.31	10.52	19	29.57	Octobre.	Février..	Août....	Novemb.
Février..		36.63		11.88	24.75		24.25	Décemb.	Août....	Juillet...	Décemb.
Mars....		33.84		15.75	18.09		24.79	Novemb.	Mars....	Avril....	Octobre.
Avril....	20	1.88		29.4	32.48		45.64	Avril....	Juillet...	Mai.....	Avril.
Mai.....	19	56		26	30		41	Septemb.	Janvier..	Septemb.	Septemb.
Juin		46.77		31.34	15.43		39.05	Mai.....	Mai.....	Février..	Mai.
Juillet...		51.96		16.68	35.28		34.32	Juillet...	Avril...	Mars....	Juin.
Août....		51.7		15.08	36.62		33.39	Août....	Septemb.	Juin....	Juillet.
Septemb.		59.65		30	29.65		44.82	Juin....	Juin	Octobre.	Août.
Octobre.	20	4.82		50.57	14.25		57.69	Février..	Octobre.	Décemb.	Janvier.
Novemb.		4.47		54.53	9.94		59.5	Janvier..	Décemb.	Janvier..	Mars.
Décemb.		4.73		50.77	13.96		57.75	Mars....	Novemb.	Nov. ...	Février.
I. Trim. .	19	36.63	19	11.88	24.75	19	24.25	IV. Trim.	I. Trim...	III. Trim.	IV. Trim.
II. Trim.	20	1.88		26	35.88		43.94	II. Trim..	III. Trim.	II. Trim..	II. Trim.
III. Trim.	19	59.65		15.08	44.57		37.36	III. Trim.	II. Trim..	I. Trim...	III. Trim.
IV. Trim.	20	4.82		50.57	14.25		57.69	I. Trim..	IV. Trim.	IV. Trim.	I. Trim.
I. Sem...		1.88		11.88	50		36.88	II. Sem. .	I. Semest.	I. Semest.	II. Sem.
II. Sem. .		4.82		15.08	49.75		40	I. Semest.	II. Sem. .	II. Sem. .	I. Semest.
Année...	20	4.82	19	11.88	52.94	19	38.35				
I. IV. Tr.	20	4.82	19	11.88	52.94	19	38.35	I. IV. Tr..	I. IV. Tr..	I. IV. Tr..	II. III. Tr.
II. III. Tr.	20	1.88		15.08	46.80		38.48	II. III. Tr.	II. III. Tr.	II. III. Tr.	I. IV. Tr.

TABLE VINGT-QUATRIÈME.

Variations des Déclinaisons diurnes moyennes, pour tous les Mois de l'Année 1771.									*Ordre des Mois.*						
1771.	*Maximum.*		*Minim.*	Differ.	Moy. ar.	Moy vr.	M. vr. or.	M. v. occ.	*Maxim.*	*Minim.*	Differ.	Moy. ar.	Moy. vr.	M. vr. or.	M. v. occ.
Janvier..		5.35	0.08	5.27	2.71	2.03	1.97	2.08	Août....	Juin.....	Août....	Août....	Août....	Août....	Août.
Février..	—	8.37	0.79	7.58	4.58	2.87	2.55	3.21	Juillet...	Décemb.	Juillet...	Juillet...	Mai.....	Mai.....	Mai.
Mars....		7.38	0.13	7.25	3.75	2.23	2.1	2.19	Mai.....	Octobre.	Mai.....	Mai.....	Juillet...	Juillet...	Juillet.
Avril....	—	11.55	0.12	11.43	5.83	2.98	2.15	3.21	Avril....	Janvier..	Avril....	Avril....	Septemb.	Septemb.	Avril.
Mai.....		17.57	0.35	17.22	8.96	4.6	4.52	4.70	Septemb.	Avril....	Octobre.	Septemb.	Avril....	Avril....	Fevrier.
Juin.....	—	7.72	0.01	7.71	3.86	2.29	2.66	1.83	Octobre.	Novemb.	Septemb.	Octobre.	Février..	Juin.....	Septemb.
Juillet...		18.16	0.61	17.55	9.38	4.09	4.4	3.8	Décemb.	Mars....	Décemb.	Décemb.	Novemb.	Novemb.	Novemb.
Août....		30.68	0.28	30.40	15.48	5.25	4.63	5.69	Février..	Août....	Novemb.	Février..	Juin.....	Février..	Mars.
Septemb.		10.3	0.54	9.76	5.42	3.34	3.71	3.13	Novemb.	Mai.....	Juin.....	Juin.....	Mars....	Mars....	Janvier.
Octobre.		10.02	0.03	9.99	5.02	1.82	1.83	1.81	Juin.....	Septemb.	Février..	Mars....	Janvier..	Janvier..	Juin.
Novemb.		7.78	0.12	7.66	3.45	2.75	2.58	2.92	Mars....	Juillet...	Mars....	Novemb.	Octobre.	Octobre.	Octobre.
Décemb.	—	9.55	0.01	9.54	4.78	1.46	1.46	1.46	Janvier..	Février..	Janvier..	Janvier..	Décemb.	Décemb.	Décemb.
I. Trim..	—	8.37	0.08	8.29	4.22	2.35	2.27	2.50	III. Trim.	II. Trim..	III. Trim.	III. Trim.	III. Trim.	III. Trim.	III. Trim.
II. Trim..		17.57	0.01	17.56	8.79	3.36	3.11	3.25	II. Trim..	IV. Tr...	II. Trim..	II. Trim..	II. Trim..	II. Trim..	II. Trim.
III. Trim.		30.68	0.28	30.40	15.48	4.21	0.25	1.21	IV. Trim.	I. Trim...	IV. Trim.	IV. Trim.	I. Trim...	IV. Trim.	IV. Trim.
IV. Trim.		10.02	0.01	10.01	5.01	2.04	1.96	2.06	I. Trim...	III. Trim.	I. Trim...	I. Trim...	IV. Trim.	I. Trim...	I. Trim.
I. Semest.		17.57	0.01	17.56	8.79	2.85	3.79	2.87	II. Sem..	I. Sem...	II. Sem...	II. Sem...	II. Sem...	II. Sem...	II. Sem.
II. Sem..		30.68	0.01	30.67	15.34	3.12	3.10	3.13	I. Semest.	II. Sem..	I. Semest.	I. Semest.	I. Semest.	I. Semest.	I. Sem.
Année...		30.68	0.01	30.67	15.34	2.98	2.94	3.00							
I. IV. Tr.		10.02	0.01	9.01	5.01	2.19	2.11	2.28	II. III. Tr.		II. III. Tr.	III. II. Tr.	II. III. Tr.	II. III. Tr.	II. III. Tr.
II. III. Tr.		30.68	41.01	30.67	15.34	1.78	3.78	5.76	I. IV. Tr.		I. IV. Tr..	I. IV. Tr..	I. IV. Tr..	I. IV. Tr..	I. IV. Tr.

TABLE VINGT-CINQUIÈME.

Déclinaisons moyennes, pour tous les Jours de l'Année 1772, avec les Différences diurnes de ces Déclinaisons.

	Janvier.				Février.				Mars.				Avril.				Mai.				Juin.			
1	20	4.84			19	55.5		3.64	20	4.73	—	0.05	19	46.82		2.96	19	45.2		1.66	19	13.5	—	0.04
2		4.71	—	0.13		55.26	—	0.24		3.62	—	1.11		45.43	—	1.39		51.77		6.57		20.83		7.33
3		4.57	—	0.14		55.7	—	0.19	19	57.62	—	5.96		46.60		1.17		50.69	—	1.08		21.05		0.22
4		4.2	—	0.37		57.97		2.27	20	4.47		6.81		51.06		4.46		49.8	—	0.89		22.83		1.78
5		3.75	—	0.41		55.03		2.94		6.4		1.93		49.86	—	1.2						15.1	—	7.73
6		3.95	—	0.18	20	0.2		5.17		3.32	—	2.08		44.50	—	5.36		48.56				16.05		0.95
7		4.93		1		5.07		4.87		1.5	—	1.82		49.54		5.04		51.39		2.83		16	—	0.05
8		4.81	—	0.12		3.28	—	1.79		1.8	—	0.3		50.69		1.15		57.75		6.36		16.8		1.8
9		4.98	—	0.17		3.68		0.4		1.11	—	0.69		50.73		0.04		54.84	—	2.91		24.4		7.6
10		4.53	—	0.45		3.93	—	0.15		0.41	—	0.70		49.20	—	1.53		44.73	—	10.61		17.94	—	6.46
11		4.13	—	0.4		3.7		0.17		8.3		7.89		50.88		0.98		49.73		5.5		19.64		1.70
12	19	54.5	—	9.63		1.95	—	1.75		4.6	—	3.9		46.23	—	3.95		50.77		1.64		19.2	—	0.42
13		58.55		2.05		2.82		0.87			—	4.6		48.60		2.37		49.04	—	1.73		18.94	—	0.26
14	20	4.67		8.12		3.83		1.01		0.83	—	0.83		48.53	—	0.07		48.09	—	0.95				
15		4.91		0.24		4.14		0.31	19	59.12	—	0.27		51.84		3.31		49.9		1.81		22.26		
16		1.35	—	3.56		2		2.14		55.82	—	3.28		49.62	—	2.02		49.6	—	0.3		19.9	—	2.36
17		3.5		2.15	19	57.35	—	5.65		56.32		0.5		48.62	—	1.70		48.6	—	1		11.35	—	8.55
18	19	59.81	—	3.69						55.7	—	0.62		45.77	—	2.35		44.23	—	4.37		10	—	1.35
19		59.18	—	0.63	20	1.33				57		1.3		49.4		3.63		51		2.77		12.53		2.53
20	20	0.7		1.52		4.11		2.78	20	1.9		4.9		46.25	—	3.15		43.75	—	3.25		18.75		6.22
21	19	54.31	—	6.39		1.08	—	3.03	19	59.88	—	2.02		46.85		0.6		44.16		0.41				
22		55.05		0.74	19	59.5	—	1.58	20	1.27		1.39		41.4	—	2.45		46.27		2.11		9.18		
23		54.98	—	0.07	20	1.5		2	19	59.61	—	1.66		44.2	—	0.2		43.8	—	0.47		9	—	0.18
24	20	0.1		5.12		2.03		0.53	20			0.39		43.5	—	0.78		48.04		2.24		7.93	—	1.07
25		0.25		0.15		4.8		2.27		1.61		1.65		43.82	—	0.38		47.44	—	0.6		0.2	—	7.73
26		1.23		0.98		2.9	—	1.4	19	51.03	—	10.62		45.53	—	2.4		46.56	—	0.88		1.82		1.62
27		1.6		0.37		3.96		1.06		46.10	—	4.93		42.13	—	3.4		42.03	—	4.53		4.56		2.76
28	19	57.8	—	3.8		5		1.04		49.37		3.27		44		0.87		40.66	—	1.37		9.33		4.77
29		58.1		0.3		4.78	—	0.22		47.88	—	1.49		43.44	—	0.51		35.65	—	5.01		6.7	—	2.63
30		55.91		2.19						46.3	—	1.58		43.54		0.11		26.88	—	8.77		0.5	—	6.2
31		59.14		3.23						48.13		1.83						21.54	—	5.34				

	Juillet.				Août.				Septembre.				Octobre.				Novembre.				Décembre.			
1	19	4.4		3.9	18	45	—	0.7	18	51.86	—	0.69	18	38.43	—	3.17	18	20.43	—	0.51	18	21		1.44
2		5.6		1.2		45.25		0.25										15.03	—	5.4		20.26	—	0.74
3		3	—	2.6		44.12	—	1.13		54.25				23.33				17.92		2.89		20.27		0.01
4		9.54		6.94		49.91		5.79		57.08		2.83		38.14		14.81		18.47		0.55		20.94		0.67
5		3.3	—	6.64		46.91	—	3		52.4	—	5.68		41.88		3.74		18.33	—	0.14		19.8	—	1.14
6		5.36		2.06		48.3		1.39		53.91		1.51		39.28	—	2.6		18.31	—	0.02		19.87		0.07
7		8.88		3.52		50.53		2.05		56.8		2.91		26.53	—	12.75		18.94		0.63		20.06		0.19
8						47.7	—	2.65	19	0.7		3.9		26.43	—	0.1		19.97		1.03		21.2		1.14
9						47.21	—	0.49	18	50.8	—	9.9		20.2	—	6.23		22.32		2.35		15.28	—	5.92
10						51.14		3.93		53.8		2.8		21.25		1.05		18.13	—	4.19		19.65		4.37
11	18	59.94				48.22	—	2.92		57.4		3.8		22.09		0.84		18.62		0.49		21.44		1.79
12	19	0.7		1.26		46.95	—	1.27		55.86	—	1.54		19.07	—	3.02		19		0.38		21.28	—	0.16
13		6		5.3		46		0.95		55.54	—	0.32		14.09	—	5.96		17.81	—	1.19		21.52		0.24
14	18	52.3	—	13.7		48.82		2.82		53.1	—	2.4		18.97		5.88		18.12		0.31		22.32		0.8
15		50.25	—	2.05		43.85	—	4.97		54.56		1.46		18.93	—	0.04		18.59		0.47		21.82	—	0.5
16		55.81		5.56		46.92		3.07		54.27	—	0.29		22.95		4.02		19.7		1.11		21.47	—	0.35
17		41.34	—	8.47		47.1		0.18		53.54	—	0.73		10.93	—	12.02		20.59		0.89		22.6		1.13
18		50.5		3.16		46.2	—	0.9		43.2	—	10.34		22.1		11.23		20.56		0.01		22.5		0.1
19	19	4.9		14.4		40.58	—	5.62		38.7	—	4.5		21	—	1.1		19.4	—	1.16		29		6.5
20	18	49.53	—	15.37		47.82		7.24		37.1	—	1.6		22.38		1.38		17.5	—	1.9		32		3
21		54.87		5.34		47.90		0.08		43.46		6.36		23.41		1.03		18.44		0.94		30.58	—	1.42
22	19	2.3		7.43		50.8		2.9		42.56	—	0.9		18.7	—	4.91		19.33		0.89		31.62		1.04
23		1.5	—	0.8		48.8	—	2		39.03	—	3.53		16.44	—	2.26		19.17	—	0.16		32.8		1.18
24	18	56.91	—	4.59		49.25		0.45		43.53		4.5		18.44		2		19.62		0.49		31.2	—	1.6
25						47.11	—	2.14		43.87		0.33		18.42	—	0.02		20.77		1.15		31.85		0.65
26		53.03				56		8.89		37.35	—	6.51		23.77	—	5.35		19.3		1.47		32.05		0.2
27						50.63	—	5.37		33.2	—	4.15						19.32		0.02		29.11	—	0.94
28		53.25				49.4	—	1.23		36		2.8						18.2		1.12		27.88	—	1.23
29		49.2	—	4.05		49.47		0.07		40		4						15.4	—	2.8		29.06		1.16
30		45	—	4.2		50.83		1.36		42		2		18.38				19.56		4.16		28.53	—	0.53
31		45.7		0.7		52.55		1.72						20.94		2.56						27.89	—	0.65

TABLE XXVI.

Déclinaisons moyennes, pour les Jours où il y a eu des irrégularités.

	Déclinaisons.	*Variations.*
Juin...	Le 11, A. B. 19° 41.86	Du 20 au 21 ... 23.11
		21 .. 22 — 32.68
Juillet.	Le 8 ..... 19° 3.67	Du 7 au 8 — 5.21
	9 ..... 8.7	8 .. 9 ... 5.03
	10 ..... 9.3	9 .. 10 ... 0.6
		10 .. 11 — 9.86
	25 ..... 18° 33.72	24 .. 25 — 23.19
		25 .. 26 ... 9.31
	27 ..... 18° 50.33	26 .. 27 ... 2.70
		27 .. 28 ... 2.92
Sept...	Le 2 ..... 18° 50.7	Du 1 au 2 — 1.16
		2 .. 3 ... 3.55
Octob.	Le 2 ..... 18° 8.85	Du 1 au 2 — 29.58
		2 .. 3 ... 14.48
	27 ..... 18° 29.62	26 .. 27 ... 5.85
	28 51	27 au 28 ... 21.3
	29 ..... 23.4	28 .. 29 — 27.6
		29 .. 30 — 14.6

Déclinaisons diurnes moyennes, pour chaque Mois de l'Année 1772.

1772.	*Maximum.*		*Minimum.*		Differ.	Moyen ar.	
Janvier..	20	4.98	19	54.31	10.67	19	59.64
Février..		5.07		55.03	10.04	20	0.05
Mars....		8.3		46.1	22.2	19	57.2
Avril ...	19	51.84		42.13	9.71		46.98
Mai.....		57.75		21.54	36.21		39.64
Juin		24.4		0.2	22.2		12.3
Juillet...		9.94	18	45	24.94	18	57.47
Août....	18	56		40.58	15.42		48.29
Septemb.	19	0.7		33.2	27.5		47.95
Octobre.	18	41.88		10.93	30.95		26.40
Novemb.		22.32		15.03	7.29		18.67
Décemb.		32.8		15.28	17.52		24.04
I. Trim. .	20	8.3	19	46.1	22.2	19	57.2
II. Trim.	19	57.75		0.2	57.55		28.97
III. Trim.		9.94	18	33.2	36.74	18	21.57
IV. Trim.	18	41.88		10.93	30.95		26.40
I. Sem...	20	8.3	19	0.2	68.1	19	34.25
II. Sem. .	19	9.94	18	10.93	59.01	18	40.43
Année...	20	8.3	18	10.93	117.57	19	9.61
I. IV. Tr.	20	8.3	18	10.93	117.37	19	9.61
II. III. Tr.	19	57.75		33.2	84.55		15.50

Ordre des Mois.

Maxim.	*Minim.*	Differ.	Moy. ar.
Mars....	Octobre.	Mai.....	Février.
Février..	Novemb.	Octobre.	Janvier.
Janvier..	Décemb.	Septemb.	Mars.
Mai.....	Septemb.	Juillet...	Avril.
Avril....	Août....	Mars....	Mai.
Juin.....	Juillet...	Juin.....	Juin.
Juillet...	Juin	Decemb.	Juillet.
Septemb.	Mai.....	Août....	Août.
Août....	Avril...	Janvier..	Septemb.
Octobre.	Mars....	Février..	Octobre.
Décemb.	Janvier..	Avril....	Décemb.
Novemb.	Février..	Nov. ...	Novemb.
I. Trim..	IV. Trim.	II. Trim..	I. Trim.
II. Trim..	III. Trim.	III. Trim.	II. Trim.
III. Trim.	II Trim..	IV. Trim.	IV. Trim.
IV. Trim.	I. Trim...	I. Trim...	III. Trim.
I. Semest.	II. Sem. .	I. Semest.	I. Semest.
II. Sem .	I. Semest.	II. Sem. .	II. Sem.
I. IV. Tr..	I. IV. Tr..	I. IV. Tr..	II. III. Tr.
II. III. Tr.	II. III. Tr.	II. III. Tr.	I. IV. Tr.

TABLE VINGT-SEPTIÈME.

Variations des Déclinaisons diurnes moyennes, pour tous les Mois de l'Année 1772.

1772.	*Maximum.*		*Minimum.*		Differ.	Moy. ar.	Moy. vr.	M. vr. or.	M. v. occ.
Janvier..		8.12		0.12	8	4.12	2.01	2.3	1.74
Février..	—	5.65	—	0.15	5.5	2.9	1.76	1.74	1.79
Mars....	—	10.62	—	0.05	10.57	5.33	2.68	2.66	2.71
Avril....	—	5.36		0.04	5.32	2.7	2.01	2.09	1.93
Mai.....	—	10.61	—	0.3	10.31	5.45	3.45	3.09	3.26
Juin.....	—	8.55	—	0.04	8.5	4.29	3.46	3.46	3.24
Juillet...	—	15.37		0.7	14.67	8.03	5.22	5.86	4.73
Août....		8.89		0.07	8.82	4.48	2.5	2.31	2.61
Septemb.	—	10.34	—	0.29	10.05	5.31	3.16	4.02	2.57
Octobre.		14.83	—	0.02	14.81	7.42	4.21	3.95	4.55
Novemb.	—	5.4		0.01	5.39	2.70	1.36	1.87	1.13
Décemb.	..	6.5		0.01	6.49	3.25	1.34	1.44	1.28
I. Trim..	—	10.62	—	0.05	10.57	5.33	2.15	2.23	2.08
II. Trim..	—	10.61	—	0.04	10.57	5.32	2.97	2.88	2.81
III. Trim.	—	15.37		0.07	15.30	7.72	3.63	4.06	3.30
IV. Trim.	..	14.83	—	0.01	14.82	7.42	2.31	2.43	2.52
I. Semest.	—	10.62	—	0.04	10.58	5.33	2.56	2.55	2.44
II. Sem..	—	15.37	—	0.01	15.36	7.69	2.97	3.24	2.81
Annee...	—	15.37	—	0.01	15.36	7.69	2.76	2.89	2.62
I. IV. Tr.	..	14.83		0.01	14.82	7.42	2.23	4.33	2.20
II. III. Tr.	.	15.37		0.04	15.33	7.70	3.30	3.47	3.05

Ordre des Mois.

Maxim.	*Minim.*	Differ.	Moy. ar.	Moy. vr.	M. vr. or.	M. v. occ.
Juillet...	Novemb.	Octobre.	Juillet...	Juillet...	Juillet...	Juillet.
Octobre.	Décemb.	Juillet...	Octobre.	Octobre.	Septemb.	Octobre.
Mars....	Octobre.	Mars....	Mai.....	Juin.....	Octobre.	Mai.
Mai.....	Avril....	Mai.....	Mars....	Mai.....	Juin.....	Juin.
Septemb.	Juin.....	Septemb.	Septemb.	Septemb.	Mai.....	Mars.
Août....	Mars....	Août....	Août....	Mars....	Mars....	Août.
Juin.....	Août....	Juin.....	Juin.....	Août....	Août....	Septemb.
Janvier..	Janvier..	Janvier..	Janvier..	Janvier..	Janvier..	Avril.
Décemb.	Février..	Décemb.	Décemb.	Avril....	Avril....	Février.
Février..	Septemb.	Février..	Février..	Février..	Novemb.	Janvier.
Novemb.	Mai.....	Novemb.	Avril....	Novemb.	Février..	Décemb.
Avril....	Juillet...	Avril....	Novemb.	Décemb.	Décemb.	Novemb.
III. Trim.	IV. Tr...	III. Trim.	III. Trim.	III. Trim.	III. Trim.	III. Trim.
IV. Trim.	II. Trim..	IV. Trim.	IV. Trim.	II. Trim..	II. Trim..	II. Trim.
I. Trim...	I. Trim...	I. Trim...	I. Trim...	IV. Trim.	IV. Trim.	IV. Trim.
II. Trim..	III. Trim.	II. Trim..	II. Trim..	I. Trim...	I. Trim...	I. Trim.
II. Sem..	I. Sem...	II. Sem...	II. Sem...	II. Sem...	II. Sem..	II. Sem.
I. Semest.	II. Sem..	I. Semest.	I. Semest.	I. Semest.	I. Semest.	I. Sem.
II. III. Tr.	I. IV. Tr.	II. III. Tr.	III. II. Tr.	II. III. Tr.	II. III. Tr.	II. III. Tr.
I. IV. Tr.	II. III. Tr.	I. IV. Tr..	I. IV. Tr..	I. IV. Tr..	I. IV. Tr.	I. IV. Tr.

TABLE VINGT-HUITIÈME.

Déclinaisons moyennes, pour tous les Jours de l'Année 1773, avec les Différences diurnes de ces Déclinaisons.

	Janvier.				Février.				Mars.				Avril.				Mai.				Juin.			
1	18	28.04	—	0.71	18	48.3	—	0.37	18	32.46		1.99	18	36.81		0.81	18	19.47	—	3.23	18	17.94	—	0.5
2		27.33	—	0.71		44.56	—	3.74		33.25		0.79		34.76	—	2.05		20		0.53				
3		27.23	—	0.10		33.56	—	11.0		35.28		2.03		34.44	—	0.32		19.6	—	0.4		25.56		
4		25.5	—	1.73		31.32	—	2.24		34.82	—	0.46		42.91		8.47		19.65		0.05		28.6		3.10
5		29		3.5		31.12	—	0.20		34.37	—	0.45		40.4	—	2.51		18.6	—	1.05		25	—	3.6
6		30.5		1.5		34.43		3.31		34.91		0.56		40.65		0.25		22		3.4		23.06	—	1.94
7		31.6		1.1		32.46		1.99		32.92	—	2.01		39.06	—	1.59		23.56		1.56				
8		29.47	—	2.13		33.2		2.74		31.17	—	1.75		33		6.06		26.53	—	2.99		27.23		
9		29.41	—	0.06		36.35		1.15		29.06	—	2.11		33.12		0.12		27.54		1.01		21.61	—	5.38
10		28.7	—	0.71		34.7	—	1.65		42.75		13.69		32.47	—	0.65		28.8		1.34				
11		27.5	—	1.2		30.23	—	4.47		38.77	—	3.98		32.06	—	0.41		28.5	—	0.3		24.93		
12		28.75		1.25		32.41		2.18		43.77		2		29.88	—	2.18		24	—	4.5		26.65		1.82
13		30.65		1.9		34.06		1.65		39.75	—	1.02		34.12	—	4.24		23.06	—	0.94				
14		32.33		1.68		36.12		2.06		24.88	—	15.87		31.25	—	2.87		26.12		3.06		31.53		
15		31	—	1.35		36.07	—	0.05		33.77		8.89		27.56	—	3.69		26.6		0.48		24.94	—	6.59
16		35.2		4.2		34.71	—	1.36		34.82		1.05		31.4		3.84		25.13	—	1.47		22.41	—	2.53
17						32.30	—	2.41		36.82		2						26.31		1.18		20.31	—	2.10
18						35.9		3.60		35.65	—	1.17						26.2	—	0.11		23.47		3.16
19						34.19	—	1.71		36.23		0.58						25.6	—	0.6		27.4		3.93
20		47.53				35.06		0.07		37.75		1.52		31				20.9	—	4.7		21.13	—	6.27
21		48		0.47		33.53	—	1.53		33.8	—	3.95		29.7	—	1.30		17.88	—	3.02		28.85		7.72
22		43.13	—	4.87		31	—	2.53		32.47	—	0.33		28.24	—	1.46		20.33		2.45		26.9	—	1.95
23		41.06	—	2.07		35.53		4.53		32.6		0.13		26.87	—	1.37		23.9		3.57		24.54	—	2.36
24		39.2	—	1.86		32	—	3.53		35.41		2.81		25.6	—	1.27		17.86	—	6.04		25.43		0.89
25		38.53	—	0.67		31.82	—	0.18		40.24		4.83		24.36	—	1.24		16.77	—	1.09		21.93		3.50
26		38.4	—	0.13		31	—	0.82						23.5	—	0.86		16.4	—	0.37		15.65	—	6.28
27		38.71		0.31		32.4		1.40		46								16.6		0.2		19.47		3.82
28		57.13		18.47		31.07	—	1.33		40.4	—	5.6		28.66				19.2		2.6		21.87		2.40
29		50.77	—	6.41						34.3	—	6.1		27.2	—	1.46		18.3	—	0.9				
30		49	—	1.77						34.8		0.5		22.7	—	4.50		17.77	—	0.53		17.36		
31		48.67	—	0.33						36		1.2						18.44	+	0.67				

	Juillet.				Août.				Septembre.				Octobre.				Novembre.				Décembre.			
1	18	18.7		1.34	18	18.41			18	19		0.82	18	34.44	—	5.56	18	17.2		1.32	18	21.94		1.82
2		19.25		0.55		17.82	—	0.59		22.24		3.24		34.3	—	0.14		8.49	—	8.31		22.82		0.88
3		18	—	1.25		13.39	—	3.43		24.82		2.58		33.33	—	0.97		9.94		1.45		23.94		1.12
4		13.7	—	4.3		13.3	—	0.09		23.4	—	1.42		32.85	—	0.48		13.01		3.07		14	—	9.49
5		20.2		6.5		16.9		3.6		22	—	1.4		34.03		0.18		9.3	—	3.71		15.4		1.4
6		14.6	—	5.6		21.53		4.63		17.3	—	0.7		36.32		2.29		14.71		5.45		15.3	—	0.1
7		14.7		0.1		19.12	—	2.41		20.12	+	4.88		32.47	—	3.85		14.03	—	0.68		15.47		0.17
8		18.75		4.05		20.06		0.94		19	—	1.12		31.88	—	0.59		17.47		3.44		16.45		0.98
9		16.75	—	2		16.25	—	3.81		29.44	+	10.44		25.5	—	6.38		18.41		0.94		21.36		4.91
10		19.18		2.43		18.47		2.22		24.3	—	5.14		30.82		5.32		18.32	—	0.09		20.65	—	0.71
11		18.35	—	0.83		16.2	—	2.27		24.15	—	0.15		31.27		0.45		18.5		0.18		17.6	—	3.05
12		20.18		1.83		18		1.8										13.2	—	5.3		21		3.4
13		21.12	—	0.94		20.94		2.94		22.2				28.3				16.06		2.86		24.13		3.13
14		21.6		0.52		12.12	—	8.82		21.06	—	1.14		31				20	—	3.94		25.02		0.69
15		22		0.4		15.4		3.28		18.7	—	2.36		29.94	—	1.06		18.93		1.07				
16		23.44		1.44		15.82		0.42		20.94		2.24		31.44		1.5		21.4		2.47		24		
17						16.59		0.75		29.33		8.24		33.1		1.66		17.95	—	3.45		23.73	—	0.37
18						25.9		9.31		30.06		0.83		33.12		0.02		15.12	—	2.83		21.94	—	1.79
19						24.76		1.24		31.71		1.65						18.06		2.94		22.87		0.93
20		24.12				23.6		1.16		35.53		3.82						14.88	—	3.18		23.3		0.43
21		27.6	—	1.52		23.62				32.94	—	2.45						14.76	—	0.12		23.88		0.58
22		22.82		0.22		21.12	—	1.48						14.33				15		0.24		23.07	—	0.81
23		24.7		1.92		21.61	—	1.12						15.12		0.79		14.97	—	0.03		22.06	—	1.01
24						21.66		0.65		25.41				11.76	—	3.36		15.35		0.38		24.35		2.29
25						26.06		4.41						12.12		0.36		18.5		3.15		23	—	1.35
26		22.22				24.06	—	2		30.13				14.5		2.38		20.94		2.44		23.63		0.63
27						25.37		1.31										16.47	—	4.47		24.02		0.39
28						22.30	—	3.07										15.53	—	0.94		25.53		1.51
29		18.7				27.87		5.57		36				12.9				17.02		1.49		25		0.53
30		16.77	—	2.03		20.94	—	6.93		40		4.0		14.88		1.98		20.12		3.10		25		
31						18.8	—	2.76						15.88		1						24.62	—	0.38

DÉCLINAISONS MOYENNES, pour les Jours où il y a eu des irrégularités.

		Déclinaisons.	*Variations.*	
Janvier.	Le 17 ...	18° 46.07	Du 16 au 17 ...	10.87
	18 ...	30.52	17 .. 18 ...	15.5
	19 ...	38.93	18 .. 19 ...	8.41
			19 .. 20 ...	8.6
Mars...	Le 26 ...	30.16	Du 25 au 26 ...	10.08
			26 .. 27 ...	15.84
Avril...	Le 17 ...	22.16	Du 16 au 17 —	9.24
	18 ...	18.3	17 .. 18 —	3.86
	19 ...	23.13	18 .. 19 ...	4.83
			19 .. 20 ...	7.87
	27 ...	21.64	26 .. 27 —	1.86
			27 .. 28 ...	7.02
Juin ...	Le 7 ...	25	Du 6 au 7 —	5.81
			7 .. 8 ...	8.98
	10 ...	40.43	9 .. 10 ...	18.82
			10 .. 11 —	15.5
	18 ...	37.48	12 .. 13 ...	10.83
			13 .. 14 —	5.95
	29 ...	14.1	28 .. 29 —	7.77
			29 .. 30 ...	3.26
Juillet..	Le 17 ...	17° 40′	Du 16 au 17 —	43.19
	18 ..	16° 17.2	17 .. 18 ...	36.39
	19 ..	13.35	18 .. 19 —	3.85
			19 .. 20 —	10.77
	25 ...	26.75	25 .. 26 —	4.53
	27 ...	15.59	26 .. 27 —	6.63
	28 ...	29 12	27 . 28 ...	13.63
			28 .. 29 —	10.42
Septemb.	Le 12 ...	12.97	Du 11 au 12 —	18.18
			12 .. 13 ...	9.23
	22 ...	25.95	21 .. 22 —	13
	23 ..	24.9	22 .. 23 —	1.04
			23 .. 24 ...	0.11
	25 ...	31.13	24 .. 25 ...	5.72
			25 .. 26 ..	1.10
	27 ...	58.49	26 .. 27 ...	28.36
	28 ...	47.94	27 .. 28 —	11.55
			28 .. 29 —	11.94
Octobre.	Le 12 ..	28.93	Du 11 au 12 —	3.34
			12 .. 13 —	0.63
	19 ...	37.3	18 .. 19 ...	4.18
	20 ...	24.5	19 .. 20 —	12.18
	21 ...	22.76	20 .. 21 —	1.8
			21 .. 22 —	8.43
	27 ...	12.2	26 .. 27 —	2.3
	28 ...	10.11	27 .. 28 ...	2.09
			28 .. 29 ...	2.79
Décemb.	Le 15 ...	20° 62	Du 14 au 15 —	4
			15 .. 16 ...	3.38

TABLE XXIX.

DÉCLINAISONS DIURNES MOYENNES, pour chaque Mois de l'Année 1773.									*Ordre des Mois.*			
1773.	*Maximum.*		*Minimum.*		Différ.	Moyen ar.			*Maxim.*	*Minim.*	Différ.	Moy. ar.
Janvier..	18	57.18	18	25.5	31.68	18	40.84		Janvier..	Novemb.	Janvier..	Janvier.
Février..		48.3		30.23	18.07		39.26		Février..	Octobre.	Octobre.	Février.
Mars....		46		24.88	21.12		35.44		Mars....	Août....	Septemb.	Mars.
Avril....		42.91		22.7	20.21		32.86		Avril....	Juillet...	Mars....	Avril.
Mai.....		28.8		16.4	12.4		22.6		Septemb.	Décemb.	Avril....	Septemb.
Juin		31.53		17.36	14.17		24.44		Octobre.	Mai.....	Février..	Juin.
Juillet...		24.7		13.7	11		19.2		Juin.....	Septemb.	Août....	Octobre.
Août....		27.87		13.3	14.57		20.58		Mai.....	Juin	Juin.....	Mai.
Septemb.		40		17.13	22.7		28.65		Août....	Avril...	Nov.	Août.
Octobre.		36.32		11.76	24.56		24.04		Décemb.	Mars....	Mai.....	Décemb.
Novemb.		21.4		8.49	12.91		14.94		Juillet...	Juin....	Décemb.	Juillet.
Décemb.		25.53		14	11.53		19.76		Novemb.	Février..	Juillet...	Novemb.
I. Trim. .	18	57.18	18	24.88	32.30	18	41.03		I. Trim..	IV. Trim.	I. Trim...	I. Trim.
II. Trim.		42.91		16.4	26.51		29.65		II. Trim..	III. Trim.	IV. Trim.	II. Trim.
III. Trim.		40		13.3	26.7		21.65		III. Trim.	II. Trim..	III. Trim.	IV. Trim.
IV. Trim.		36.32		8.49	27.83		22.40		IV. Trim	I. Trim...	II. Trim..	III. Trim.
I. Sem...	18	57.18	18	16.4	40.78	18	36.79		I. Semest.	II. Sem. .	I. Semest.	I. Semest.
II. Sem. .		40		8.47	31.51		24.24		II. Sem. .	I. Semest.	II. Sem. .	II. Sem.
Année...	18	57.18	18	8.49	48.69	18	33.03					
I. IV. Tr.	18	57.18	18	8.49	48.69	18	33.03		I. IV. Tr..	II. III. Tr.	I. IV. Tr..	I. IV. Tr.
II. III. Tr.	18	42.91		13.3	29.61		23.10		II. III. Tr.	I. IV. Tr..	II. III. Tr.	II. III. Tr.

TABLE TRENTIÈME.

Variations des Déclinaisons diurnes moyennes, pour tous les Mois de l'Année 1773.								*Ordre des Mois.*						
1773.	*Maxim.*	*Minim.*	Différ.	Moy. ar.	Moy. vr.	M. vr. or.	M. v. occ.	*Maxim.*	*Minim.*	Différ.	Moy. ar.	Moy. vr.	M. vr. or.	M. v. occ.
Janvier..	18.47	0.06	18.41	9.26	2.26	1.62	3.49	Janvier..	Août....	Janvier..	Janvier..	Juin.....	Juin.....	Septemb.
Février..	11	0.05	10.95	5.25	2.32	2.47	2.13	Mars....	Décemb.	Mars....	Mars....	Septemb.	Mars....	Avril.
Mars....	15.87	0.13	15.74	8	3.04	3.45	2.74	Février..	Octobre.	Février..	Février..	Mars....	Novemb.	Janvier.
Avril....	8.47	0.12	8.35	4.3	2.33	1.96	3.75	Septemb.	Novemb.	Septemb.	Septemb.	Août....	Septemb.	Juin.
Mai.....	6.04	0.05	5.99	3.04	1.66	1.79	1.51	Decemb.	Février..	Décemb.	Décemb.	Novemb.	Août....	Mars.
Juin.....	7.72	0.5	7.22	4.11	3.53	4.2	2.87	Août....	Mai.....	Août....	Août....	Avril....	Février..	Août.
Juillet...	6.5	0.1	6.4	3.3	1.87	1.55	2.22	Avril....	Juin.....	Avril....	Avril....	Février..	Avril....	Juillet.
Août....	9.31		9.31	4.65	2.70	2.74	2.66	Novemb.	Juillet...	Novemb.	Juin.....	Janvier..	Décemb.	Février.
Septemb.	10.44	0.15	10.29	5.29	3.32	2.85	3.79	Juin.....	Avril....	Juin.....	Novemb.	Juillet...	Mai.....	Novemb.
Octobre.	6.38	0.02	6.36	3.2	1.72	1.74	1.73	Juillet...	Mars....	Juillet...	Juillet...	Octobre.	Octobre.	Octobre.
Novemb.	8	0.02	7.98	4.01	2.43	3.02	1.98	Octobre.	Septemb.	Octobre.	Octobre.	Mai.....	Janvier..	Mai.
Decemb.	9.49		9.49	4.74	1.55	1.91	1.35	Mai.....	Juin.....	Mai.....	Mai.....	Décemb.	Juillet...	Décemb.
I. Trim..	18.47	0.05	18.42	9.26	2.40	2.51	2.79	I. Trim...	III. Trim.	I. Trim...	I. Trim...	III. Trim.	II. Trim..	III. Trim
II. Trim..	8.47	0.05	8.42	4.26	2.49	2.65	2.71	III. Trim.	IV. Tr...	III. Trim.	III. Trim.	II. Trim..	I. Trim...	II. Trim.
III. Trim.	10.44		10.44	5.22	2.65	2.38	2.89	IV. Trim.	I. Trim...	IV. Trim.	IV. Trim.	I. Trim...	III. Trim.	I. Trim.
IV. Trim.	9.49		9.49	4.74	2.15	2.22	1.69	II. Trim..	II. Trim..	II. Trim..	II. Trim..	IV. Trim.	IV. Trim.	IV Trim.
I. Semest.	18.47	0.05	18.42	9.26	2.38	2.58	2.75	I. Semest.	II. Sem..	I. Semest.	I. Semest.	II. Sem...	I. Semest.	II Sem.
II. Sem..	10.44		10.44	4.74	2.44	2.30	2.29	II. Sem..	I. Sem...	II. Sem...	II. Sem...	I. Semest.	II. Sem..	I. Sem.
Annee...	18.47		18.47	9.23	2.41	2.44	2.52							
I. IV. Tr.	18.47		18.47	7	2.17	2.37	2.24	I. IV. Tr.		I. IV. Tr..	I. IV. Tr..	II. III. Tr.	II. III. Tr.	II. III. Tr.
II. III. Tr.	10.44		10.44	4.74	2.57	2.51	2.80	II. III. Tr.		II. III. Tr.	III. II. Tr.	I. IV. Tr..	I. IV. Tr.	I. IV. Tr.

SUPPLÉMENT AUX TABLES XXIV, XXVII ET XXX.

Nombre de fois que la Variation a été orientale ou occidentale.

		Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Sept.	Octob	Nov.	Déc.	I. Tr.	II. Tr.	III. Tr.	IV. Tr.	I. Sem.	II. Sem.	I. IV. Tr.	II. III. Tr.	Année.
1771,	Occident.	16	12	16	15	11	16	16	13	19	17	15	21	44	42	48	53	86	101	97	75	187
	Oriental.	13	13	12	15	13	12	15	9	11	14	15	8	38	40	35	37	78	72	75	75	150
	Total....	29	25	28	30	24	28	31	22	30	31	30	29	82	82	83	90	164	173	172	150	337
1772.	Occident.	16	12	12	15	10	13	13	17	13	12	21	19	40	38	43	52	78	95	92	81	173
	Oriental.	15	14	18	15	19	13	10	14	15	13	9	12	47	47	39	34	94	73	81	86	167
	Total....	31	26	30	30	29	26	23	31	28	25	30	31	87	85	82	86	172	168	173	167	340
1773.	Occident.	10	12	16	5	14	10	9	16	10	13	17	19	38	29	35	49	67	84	87	64	151
	Oriental.	17	16	13	19	17	10	10	15	10	8	13	10	46	46	35	31	92	66	77	81	158
	Total....	27	28	29	24	31	20	19	31	20	21	30	29	84	75	70	80	159	150	164	145	309

TABLE TRENTE-UNIÈME.

PREMIÈRE PARTIE.

Heures du Maximum.

1771.	VI.		VII.		VIII.		IX.		X.		XI.		XII.		I.		II.		III.		IV.		V.		VI.		VII.		VIII.		IX.		X.		Irrég.	Somm.	Omiss.
Janvier..																																					
Février..													2		4	2	9	4	1	2			1		1											26	2
Mars....															6		5	2	9	2	2		1				1		1							25	2
Avril....						1									3	4	4	4	7	4		1	2													30	
Mai.....															1		4	5	10	1	4	1	1													27	4
Juin														1	3	5	7	4	4	1			3												1	29	1
Juillet...								1				1	1	1	1		2		1	4	1			1			2				1				1	30	1
Août....										1				2	1	1		6	3	2		1	1	2												22	9
Septemb.								2			1		2	1	4	5	2	2	1	3	1		1		1										1	30	
Octobre .											1	1			4	5	1		4	6	2		1		1										2	31	
Novemb.											1	1	1	3	1	2	2		3	3	2		2	1	1		2								2	30	
Décemb.						1			1			1	2	2	2	3	1	2	3	1	1		1				1								4	30	1
I. Trim. .																																					
II. Trim.						1								1	7	9	15	13	21	6	4	2	6												1	86	5
III. Trim.								3		1	1	1	3	4	6	7	4	8	5	9	2	1	2	3	1		2				1				1	82	10
IV. Trim.						1			1		1	3	3	5	7	10	4	2	10	10	5		4	1	2		3								8	91	1
I. Sem...																																					
II. Sem. .						1		3	1	1	2	4	6	9	13	16	8	10	15	19	7	1	6	4	3		5				1				9	173	11
I. IV. Tr.																																					
II. III. Tr.						1		3		1	1	1	3	5	12	15	19	21	26	15	6	3	8	3	1		2				1				3	168	15
XI mois..						2		3	1	1	2	4	7	10	30	29	47	29	47	41	13	3	13	3	4		6		1		1				11	314	20

II.[DE] PARTIE.

1771.	Avant XII. h.	Entre XII & IV.	Après IV. h.	Irr.	Somm.
Janvier..					
Février..		24	2		26
Mars....		26	3		29
Avril....	1	27	2		30
Mai.....		26	1		27
Juin.....		25	3		29
Juillet...	2	11	4		18
Août....	1	16	3		20
Septemb.	3	21	2		27
Octobre.	2	22	2		28
Novemb.	1	17	6		26
Décemb.	3	17	2		26
I. Trim. .					
II. Trim..	1	78	6		86
III. Trim.	6	48	9		65
IV. Trim.	6	56	10		80
I. Semest.					
II. Sem. .	12	104	19		145
I. IV. Tr.					
II. III. Tr.	7	126	15		151
XI. mois.	13	212	30		285

TABLE TRENTE-DEUXIÈME.

PREMIÈRE PARTIE.

Heures du Maximum.

1772.	VI.		VII.		VIII.		IX.		X.		XI.		XII.		I.		II.		III.		IV.		V.		VI.		VII.		VIII.		IX.		X.		Irr.	Somm.	Omiss.
Janvier..				1					1	1	4	2	2	1	4	4	1		1		2				2		1				1					31	
Février..										3		1	2	1	2	2	6	1	5	2	2					1										29	
Mars....							1			1						7	4	6	5	1	3	2				1										31	
Avril....			1							1			1	2	1	3	2	4	3	3	3	2				1									1	29	1
Mai.....												2		4	2	5	1		3	4	2	2			1						1					28	3
Juin.....														3	1	1	5	3	2	7	1		1		1	1										26	4
Juillet...															3	4	7	3	6		3		1													27	4
Août....													1		1	3	6	10	1	4	2	1			1											31	
Septemb.									1				2		3		8	6	5																	29	1
Octobre.														2	1	2	4	8	6	1	1		2		1											29	2
Novemb.										1			1	5	1	6	5	1	5	1			2		1											30	
Decemb.										2		2	3	2	4	5	2		1				1	1		1		1								31	
I. Trim...				1			1		1	5	3	3	4	2	6	13	11	7	11	4	7	2			2	2	1				1					91	
II. Trim..			1							1		2	1	9	4	9	8	7	8	14	6	4	1		2	2					1				1	83	8
III. Trim.									1				3		7	7	21	19	12	4	5	1	1		1											88	5
IV. Trim.										3		2	4	9	6	13	11	9	12	2	1		5	1	2	1		1								89	2
I. Semest.			1	1			1		1	6	3	5	5	11	10	22	19	14	19	18	13	6	1		4	4	1				2				1	174	8
II. Sem..									1	3		2	7	9	13	20	32	28	24	6	6	1	6	1	3	1		1								176	7
I. IV. Tr.				1			1		1	8	3	5	8	11	12	26	22	16	23	6	8	2	5	1	4	3	1	1			1					180	2
II. III Tr.			1						1	1		2	4	9	11	16	29	26	20	18	11	5	2		3	2					1				1	171	13
Année...			1	1			1		2	9	3	7	12	20	23	42	55	42	43	24	19	7	7	1	7	5	1	1			2				1	351	15

II.DE PARTIE.

1772.	Avant XII. h.	Entre XII & IV.	Après IV. h.	Irr.	Somm.
Janvier..	8	15	4		27
Février..	4	24	1		29
Mars....	2	23	1		31
Avril....	2	24	1	1	28
Mai.....	2	23	1		26
Juin.....		23	3		26
Juillet...		26	1		27
Août....		29	1		31
Septemb.	1	24			25
Octobre.		25	3		28
Novemb	1	25	3		29
Decemb.	4	17	4		25
I. Trim...	14	67	6		87
II. Trim..	4	73	5		83
III. Trim.	1	79	2		82
IV. Trim.	5	67	1		82
I. Semest.	18	137	11	1	167
II. Sem...	6	146	12		161
I. IV. Tr..	19	134	16		169
II. III. Tr.	5	149	7	1	162
Année...	24	283	23	1	341

TABLE TRENTE-TROISIÈME.

PREMIÈRE PARTIE.

Heures du Maximum.

1773.	VI.		VII.		VIII.		IX.		X.		XI.		XII.		I.		II.		III.		IV.		V.		VI.		VII.		VIII.		IX.		X.		Irreg.	Somm.	Omiss.
Janvier..										1		4		5	2	3	2	2	1	1		1		1												28	3
Février..							1		1			1		1	3	3	3	5	2	2	2	1													1	28	
Mars....												2		3	1	6	2	3	1	4	2	2		1		1			1							31	
Avril....														1		9	3	3	2	2	3	4		1	1											30	
Mai.....													2	1	4	10	2	4	3	2	1	1		1												31	
Juin														1	1	2	4	6	2	1		2	1	1												25	5
Juillet...															3	4	2	3	3	3	3	1	2	1												25	6
Août....												1	4	5	4	1	3	6	2		3		2													31	
Septemb.									1				2		2	3	8	4	4		1			1	1											29	1
Octobre .										2	1			4		5	2	9	3	1	1	2														31	
Novemb.									1	4		1	1		5	4	1	2	2	1		1		1												28	2
Décemb.										1		3	1	6		1	2	2	1	1			1	1		1			1						2	31	
I. Trim. .							1		1	1		7		9	6	12	7	10	4	7	4	4		2		1			1						1	87	3
II. Trim.													2	3	5	21	9	13	7	9	4	6	1	3	1											86	5
III. Trim.									1			1	6	5	9	8	13	13	9	3	7	1	4	2	1											85	7
IV. Trim.									1	7	1	4	2	10	5	10	5	13	6	3	1	3	1	2		1			1						2	90	2
I. Sem...							1		1	1		7	2	12	11	33	16	23	11	16	8	10	1	5	1	1			1						1	173	8
II. Sem. .									2	7	1	5	8	15	14	18	18	26	15	6	8	4	5	4	1	1			1						2	175	9
I. IV. Tr.							1		2	8	1	11	2	19	11	22	12	23	10	10	5	7	1	4		2			2						3	177	5
II. III. Tr.									1			7	8	8	14	29	22	26	16	12	11	7	5	5	2											171	12
Année...							1		3	8	1	12	10	27	25	51	34	49	26	22	16	14	6	9	2	2			2						3	348	17

IIDE PARTIE.

1773.	Avant XII. h.	Entre XII & IV.	Après IV. h.	Irr.	Somm.
Janvier..	5	17	1		23
Février..	3	22		1	26
Mars....	2	24	3		29
Avril....		27	2		29
Mai.....		29	1		30
Juin.....		23	2		25
Juillet...		22	3		25
Août....	1	27	2		30
Septemb.	1	24	2		27
Octobre.	3	27			30
Novemb.	6	20	1		27
Décemb.	4	14	4	2	24
I. Trim. .	10	63	4	1	78
II. Trim..		79	5		84
III. Trim.	2	73	7		82
IV. Trim.	13	61	5	2	85
I. Semest.	10	142	9	1	162
II. Sem. .	15	134	12	2	163
I. IV. Tr.	23	124	9	3	159
II. III. Tr.	2	152	12		166
Année...	25	276	21	3	325

TABLE TRENTE-QUATRIÈME.

Nombre de fois auxquelles les Variations diurnes n'ont pas surpassé trois minutes, en 1771, 1772 & 1773.

PREMIÈRE PARTIE; *Année* 1771.

O.	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Sept.	Octob.	Nov.	Déc.	I. Tr.	II. Tr.	III. Tr.	IV. Tr.	I. Sem.	II. Sem.	I. IV. Tr.	II. III. T.	Année.	O.
0.1′	1	1	1	1			5	3	4	7	3	8	3	1	12	18	4	30	21	13	34	0.1′
1.2	3	1	2				3		2	6	3	13	6		5	22	6	27	28	5	33	1.2
2.3	5		1				1		4	5	3	2	6		5	10	6	15	16	5	21	2.3
Somm.	9	2	4				9	3	10	18	9	23	15	1	22	50	16	72	65	23	88	Somm.
Total..	22	28	31	30	31	30	31	24	30	31	26	31	81	91	85	88	172	173	169	176	345	Total.
E.																						E.
0.1′	7	2	1	4	4	2	3	4	9	6	8	6	10	10	16	22	20	38	32	26	58	0.1′
1.2	2	2			3	2	3	2	2	7	4	11	4	5	7	22	9	12	26	12	38	1.2
2.3	2	1	3	4		2	1		3	4	6	2	6	6	4	12	12	16	18	10	28	2.3
Somm.	11	5	4	8	7	6	7	6	14	19	18	19	20	21	27	56	41	83	76	48	124	Somm.
Total..	17	28	31	30	30	29	31	22	30	31	29	31	76	89	83	91	165	172	167	172	339	Total.

SECONDE PARTIE; *Année* 1772.

O.	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Sept.	Octob.	Nov.	Déc.	I. Tr.	II. Tr.	III. Tr.	IV. Tr.	I. Sem.	II. Sem.	I. IV. Tr.	II. III. T.	Année.	O.
0.1′	9	7	3	6	3	1				4	6	3	19	10		13	29	13	32	10	42	0.1′
1.2	7	3	3	3	2	2			1	1	7	5	13	7	1	13	20	14	26	8	34	1.2
2.3	1	3	3	2	1	1				3	2	3	7	4		8	11	8	15	4	19	2.3
Somm.	17	13	9	11	6	4			1	8	15	11	39	21	1	34	60	35	73	22	95	Somm.
Total..	30	29	31	29	28	29	27	31	28	25	30	31	90	86	86	86	176	172	176	172	348	Total.
E.																						E.
0.1′	10	3	1	10	10	3		1		1	2	9	14	23	1	12	37	13	26	24	50	0.1
1.2	6	7	5	5	6	1			1	4	15	7	18	12	1	26	30	27	44	13	57	1.2
2.3	1	2		7		3				2	4	2	3	10		8	13	8	11	10	21	2.3
Somm.	17	12	6	22	16	7		1	1	7	21	18	35	45	2	46	80	48	81	47	128	Somm.
Total..	30	28	29	29	28	26	27	31	27	26	30	30	87	83	85	86	170	171	173	168	341	Total.

TROISIÈME PARTIE; *Année* 1773.

O.	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	I. Tr.	II. Tr.	III. Tr.	IV. Tr.	I. Sem.	II. Sem.	I. IV. Tr.	II. III. T.	Année.	O.
0.1′	6	4	1		1	2	1			4	2	10	11	3	1	16	14	17	27	4	31	0.1′
1.2	1	2		3		1			2	2	4	5	3	4	2	11	7	13	14	6	20	1.2
2.3	4	3		1		1			2	1	2	4	7	2	2	7	9	9	14	4	18	2.3
Somm.	11	9	1	4	1	4	1		4	7	8	19	21	9	5	34	30	39	55	14	69	Somm.
Total..	28	28	31	30	29	30	29	31	30	31	30	31	87	89	90	92	176	182	179	179	358	Total.
E.																						E.
0.1′	8	3		3	3	2			1	3	3	11	11	8	1	17	19	18	28	9	37	0.1
1.2	3				1					3	5	6	3	1		14	4	14	17	1	18	1.2
2.3		2	3	1	1	4				4	5	4	5	6		13	11	13	18	6	24	2.3
Somm.	11	5	3	4	5	6			1	10	13	21	19	15	1	44	34	45	63	16	79	Somm.
Total..	28	26	27	28	3	30	29	31	30	31	30	31	81	88	90	92	169	182	173	178	351	Total.

TABLE TRENTE-CINQUIÈME.

PREMIÈRE PARTIE. · SECONDE PARTIE. TROISIÈME PARTIE.

Sortes de Mouvement de l'Aiguille.

1771.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	[illegible]		Somm.
Janvier..						3			
Février..	14	2	7	2			4	1	26
Mars....	11	5	11	3			4	1	31
Avril....	9		20	1			3		30
Mai.....	5	5	7	11				2	30
Juin.....	4	11	11	4			1		30
Juillet...	1	10	1	6	3	10			31
Août....	7	8	1	3	2	1	4	1	23
Septemb.	5	10	7	4	2	2	1		30
Octobre.	3	17	2	6	2	1	4		31
Novemb.	9	4	3	10	2	2	2		30
Décemb.	14	2	7	1	5	1	4	1	31
I. Trim...						3			
II. Trim..	18	16	38	16			4	2	90
III. Trim.	13	28	9	13	7	13	5	1	84
IV. Trim.	26	23	12	17	9	4	9	1	92
I. Semest.						3			
II. Sem...	39	51	21	30	16	17	14	3	176
I. IV. Tr..					9	7			
II. III. Tr.	31	44	47	29	7	13	9	4	174
XI. mois.	82	74	77	51	16	20	26	6	323

1772.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	[illegible]		Somme.
Janvier..	9	2	6	5	2	4		2	30
Février..	14	5	6	3				1	29
Mars....	10	8	8	5					31
Avril....	15	6	4	2	1	1		1	30
Mai.....	5	8	5	3	2	1			28
Juin.....	11	7	5	2		2	1	2	29
Juillet...	6	7	6	5		1	1	6	31
Août....	11	16		3	1				31
Septemb.	12	8	4	3			1	2	29
Octobre.	2	8	7	8		1	2	5	31
Novemb.	5	10	2	10		1	1	2	30
Décemb.	1	5	5	14	4	1		1	31
I. Trim..	33	15	20	13	2	4		3	90
II. Trim..	35	21	15	7	3	4	1	3	87
III. Trim.	29	31	10	11	1	1	2	8	91
IV. Trim.	8	23	14	32	4	3	3	8	92
I. Semest.	68	36	34	20	5	8	1	6	177
II. Sem..	37	54	24	42	5	4	5	16	184
I. IV. Tr..	41	38	34	48	6	7	3	11	182
II. III. Tr.	64	52	24	18	4	5	3	11	178
Année...	105	90	58	63	10	12	6	22	360

1773.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	[illegible]		Somme.
Janvier..	10	4	2	4	2	5		3	30
Février..	9	4	9	3	1	1	4	1	28
Mars....	15	8	4	1	1		2	2	31
Avril....	12	11	1	3	2		4	1	30
Mai.....	15	5	8	2	1				31
Juin.....	8	8		5	1	2		5	29
Juillet...		2	7	13			4	7	29
Août....	9	8	5	8			2	1	31
Septemb.	7	3	4	8	1	1	3	6	[illegible]
Octobre.	7	12	3		1	2	2	[illegible]	31
Novemb.	9	2	10	4		2	5	2	[illegible]
Décemb.	14	1	4	1	1	3	3	3	27
I. Trim...	34	16	15	8	4	6	6	6	89
II. Trim..	35	24	9	10	4	2	4	6	90
III. Trim.	16	13	16	29	1	1	9	14	[illegible]
IV. Trim.	30	15	17	5	2	7	10	11	87
I. Semest.	69	40	22	20	8	8	10	12	179
II. Sem..	46	28	33	34	3	8	19	25	177
I. IV. Tr.	64	31	32	13	6	13	16	17	176
II. III. Tr.	51	37	25	39	5	3	13	20	[illegible]
Année...	115	68	57	52	11	16	29	37	356

TABLE TRENTE-SIXIÈME.

OBSERVATIONS POUR LES TROIS PREMIERS MOIS DE L'ANNÉE 1774.

N.° I. PREMIÈRE PARTIE. *Résultats généraux pour chaque Mois.*

1774.		I. Maximum.	II. Minimum.	III. Var. menst.	IV. V. menst. moy.	V. Moyen arithm.	VI. Moyen vrai.	VII. Différence.	VIII. Max Var. hor.	IX. Var. hor. moy.	X. V. menst. m. h.
498	Janvier..	18 37	18 15	22		18 26	18 29 48		8	22	15.8
412	Février..	50	24	26		37	35 29		10	42	22.4
4[illegible]8	Mars....	58	15	36		33	29 59		16	50	26.88
1408	I. Trim...	18 51	18 15	36	28.33	18 33	18 31 48		16	40	21.69

N.° II. SECONDE PARTIE. *Variations diurnes & nocturnes.*

1774.	I. Variaton diurne totale.			II. Variation diurne à l'O.			III. Variation diurne à l'E.			IV. Variations nocturnes.							V. Variat. de 6 h. du mat. à 6 h. du mat.						
	Max.	Min.	Moyen.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	M.	Moy.	E.	O.	Nul.	Somm.	Max.	Min.	Moyen.	E.	O.	Nul.	Somm.
Janvier..	11	1	4.55	9		3.04	9		3.82	6		1	2	11	16	29	6		1.55	10	13	6	29
Février..	20	3	6.75	16	1	5.19	20	1	5.28	5		1.5	8	14	6	28.	16		3.25	13	10	5	28
Mars....	29	2	10.74	21		7.73	26	1	7.86	13		2	6	13	4	23	14		3.83	9	13	1	23
I. Trim..	29	1	7.22	21		5.22	26		5.57	13		1.48	16	38	26	80	16		2.95	32	36	12	80

N.° III. TROISIÈME PARTIE. *Les plus grandes Déclinaisons pour toutes les Heures.*

1774.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	Max.	Min.	D.
Janvier..	18 33	18 34	18 34	18 34.5	18 36	18 36	18 37	18 37	18 37	18 37	18 37	18 35	18 35	18 35	18 34	18 35.5	18 33	12-5.a	6 10.a	4
Février..	47	49	49	49	50	50	50	48	49	49	48	46	47	46	45	46	46	10-12	8.a	5
Mars....	38	38	39	47	45	45	48	50	50	51	51	48	45	44	47	45	46	3.4.a	6	13
I. Trim...	18 47	18 49	18 49	18 49	18 50	18 50	18 50	18 50	18 50	18 51	18 51	18 48	18 47	18 46	18 47	18 46	18 46	3.4.a	7.9.10.a	5

N.° IV. QUATRIÈME PARTIE. *Les plus petites Déclinaisons pour toutes les Heures.*

1774.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	Max.	Min.	D.
Janvier..	18 23	18 23	18 24	18 24	18 24	18 24	18 24	18 24	18 24	18 24	18 20	18 15	18 15	18 15	18 16	18 17	18 17	8-7.a	5.6.7.a	9
Février..	27	27	27	25	25	26	27	25	18 25	25	25	26	26	25	25	25	24	6.7.8.12	10.a	3
Mars....	17	17	16	16	17	17	18	20	[illegible]	21	21	22	22	22	15	17	17	5.6.7.a	8.9	6
I. Trim...	18 17	18 17	18 16	18 16	18 17	18 17	18 18	18 20	18 [illegible]	18 21	18 20	18 15	18 15	18 15	18 15	18 17	18 17	3.a	8.9	5

N.° V. CINQUIÈME PARTIE. *Déclinaisons moyennes vraies pour toutes les Heures.*

1774.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	Max.	Min.	Diff.
Janv.	18 28.42	18 29.74	18 29.64	18 30	18 30.62	18 31.13	18 31.17	18 31.53	18 31.40	18 31.[illegible]	18 30.6	18 29.84	18 29.45	18 29	18 28.76	18 28.72	18 28.5	1.a	6	3.11
Fev..	31.[illegible]	33.88	34.47	34.99	35.88	35.89	36.61	37.04	37.5	38.85	37.48	36	35.12	34.55	34.3	33.61	33.66	3.a	6	5.78
Mars.	27.9[illegible]	28.[illegible]6	28.8	29.68	30.65	31.55	33.18	33.71	34.4	34.95	34.6	32.77	31.25	30.77	30	29.66	28.5	3.a	6	6.99
I. Tr..	18 29.64	18 [illegible]	18 30.93	18 31.53	18 32.37	18 32.82	18 [illegible]	18 34.06	18 34.19	18 34.94	18 34.1[illegible]	18 32.87	31.86	31.47	31.05	30.17	30.28	3	6	5.31

N.° VI. SIXIÈME PARTIE. *Différences entre les plus grandes & les plus petites Déclinaisons pour chaque Heure.*

1774.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	Max.	Min.	Diff.
Janvier..	10	11	10	10.5	12	12	13	14	13	13	17	20	20	20	24	15.5	16	8.a	6.8	14
Fevrier..	20	22	22	24	25	24	23	23	24	24	23	20	21	21	20	22	22	10	6, 5.8.a	5
Mars....	21	21	23	24	28	28	30	30	30	30	30	26	24	22	32	29	29	8.a	6.7	11
I. Trim...	30	32	33	33	35	33	32	30	30	30	30	33	32	31	31	29	29	8-12 | 5.a	9.10.a	4

N.° VII. SEPTIÈME PARTIE. *Variations horaires moyennes.*

1774.	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	Max.	Min.	Differ.
Janvier..	0.6	0.6	0.56	0.64	0.47	0.69	0.30	−0.13	−0.10	−0.7	−0.76	−0.29	−0.45	−0.24	−0.4	−0.22	5	12	0.72
Fevrier..	0.8	0.59	0.52	0.89	0.01	0.72	0.43	0.46	1.35	−1.37	−1.48	−0.88	−0.57	−0.35	−0.69	−0.25	5	11	1.47
Mars....	0.12	0.72	0.88	0.97	0.97	1.93	0.53	0.69	0.55	−0.35	−1.83	−1.52	−0.48	−0.77	−0.74	−0.76	12	7	1.41
I. Trim..	0.9	0.4	0.6	0.84	0.45	1.01	0.23	0.33	0.55	−0.81	−1.26	−1.31	−0.37	−0.44	−0.48	−0.29	5	1.a	1.03

TABLE TRENTE-SEPTIÈME.

Déclinaisons moyennes, avec les Différences diurnes.

	Janvier.			Février.				Mars.				Avril.			Mai.			
1	18 31.87		7.25	18	33.5	—	0.6	18	23.65	—	3.50	18 31.4	—	0.04	18 32.33	—	7.14	1
2	30.94	—	0.93		36.57		3.07					28.88	—	2.52	37.2		4.87	2
3	28.3	—	2.64		35.76	—	0.81					24.22	—	4.66	27.5	—	9.7	3
4	24.94	—	3.36		37.41		1.65		19.29			24.36		0.14	26.7	—	0.8	4
5	21.2	—	3.74		37.3	—	0.11		23.9		4.61	29		4.64	29.3		2.6	5
6	23.9		2.7		36.62	—	0.68		25.1		1.2	31.3		2.3	31.62		2.32	6
7	25		1.1		38.34		1.72		26.31		1.21	31.59		0.29	29.07	—	2.55	7
8	26.12		1.12		34.9	—	3.44		26	—	0.31	33.12		1.53	31.53		1.46	8
9	27.02		0.90		34.25	—	0.65		26			31.8	—	1.32	19.92	—	11.61	9
10					31.2	—	3.05		26.65		0.65	26.85	—	4.95	19.2	—	0.72	10
11					27.62	—	3.58		25.19	—	1.46	25.5	—	1.35	20.06		0.86	11
12	32.53				30.42		2.80		30.18		4.99	24.6	—	0.9	25.67		5.61	12
13	30.82	—	1.71		29.67	—	0.75		35.74		5.56	30.69		6.09	26.35		0.68	13
14	32.18		1.36		31.93		2.28					26.13	—	4.56	24.23	—	2.12	14
15	32.56		0.38		33.06		1.11		39.17			33.18		7.05	23.31	—	0.92	15
16	32.7		0.14		41.33		8.29		37.6	—	1.57	39.53		6.35	29.8		5.49	16
17	32 62		0.08		45.6		4.27		36.65	—	0.95	37.3	—	2.23	23.3	—	6.5	17
18	32.60		0.02		39.87	—	5.73		36 53	—	0.12	30.26	—	7.04	24.13		0.83	18
19	32.60				38		1.87		33.7	—	2.83	33.12		2.86	27.81		3.64	19
20	32.93		0.31		39.23		1.23					39.98		6.86	29		1.19	20
21	35		2.09		41		1.77		29.5			35.28	—	4.7	30.5		1.5	21
22	33.62	—	1.38		45.31		4.31					38.88		3.60	35.75		5.25	22
23	29.23	—	4.39		44.73	—	0.58		28.35						38.39		2.64	23
24	32.34		3.11		36.41	—	8.32					38.36			33.33	—	4.86	24
25	28.03	—	4.31		31.06	—	5.35		39.57			34.06	—	4.0	30.41	—	3.12	25
26	27.3	—	0.73		29.98	—	1.08		40.6		1.03	41.81		7.75	25.12	—	5.29	26
27	28.12		0.82		30.07		0.09					33.8	—	8.01	27.89		2.77	27
28	29.47		1.39		27.15	—	2.92		27.1			27.41	—	5.39	34.8		6.91	28
29	31		1.93						43.67		16.57	33.65		6.24	36.37		1.57	29
30	32.83		1.83						31.44	—	12.23	39.47		4.82	35.13	—	1.24	30
31	34.1		1.27												32.4	—	2.73	31

Déclinaisons.			Variations.		
Maximum.			*Maximum.*		
Janvier..	18	35	Janvier..	—	7.25
Février..		45.6	Février..		8.32
Mars....		43.67	Mars....		16.57
Avril...		41.28	Avril....		8.01
Mai.....		38.39	Mai.....		11.61
Minimum.			*Minimum.*		
Janvier..	18	21.5	Janvier..		
Février..		23.15	Février..		0.09
Mars....		19.29	Mars....		
Avril...		24.22	Avril....		0.14
Mai.....		19.2	Mai.....		0.68
Différences.			Différences.		
Janvier..		13.5	Janvier..		7.25
Février..		18.45	Février..		8.23
Mars....		24.38	Mars....		10.57
Avril....		17.59	Avril....		7.87
Mai.....		19.19	Mai.....		10.93
Moyen arithmétique.			Moyen vrai.		
Janvier..	18	23.25	Janvier..		1.60
Février..		36.37	Février..		2.97
Mars....		31 48	Mars....		3.53
Avril....		33.01	Avril....		4.15
Mai.....		28.79	Mai.....		3.53

TABLE TRENTE-HUITIÈME.

Obſervations faites à Utrecht en 1729, 1731, 1732, *par M.* Muſſchenbroeck.

	1729.							1731.							1732.						
	Max.		*Min.*		Diff.	Moy.		*Max.*		*Min.*		Diff.	Moy.		*Max.*		*Min.*		Diff.	Moy.	
Janvier..	13	20	12	40	40	13		14	55	14	15	40	14	35	14	55	13	32	63	14	1
Fevrier..		20	13	10	10		15		20	13	35	35		2		19		20	59	13	50
Mars....		40		15	25		27.5		58		30	88		14	13	45		10	35		27
Avril....		35		10	25		22.5	16		14	25	95	15	13	13	40			40		20
Mai.....		8	12		68	12	34		30	15		90		45		40		25	15		32
Juin.....		45		12	93		58		30		50	40	16	10		45		30	15		37
Juillet...	12	55		28	27		41		10	15	40	30	15	55		50		30	20		40
Août....	13	36		25	71	13			10		35	30		50		55		30	25		42
Septemb.		40	13	11	29		25		5	14	20	95		7	14			30	30		45
Octobre.		48		20	28		34	15	55			30	14	15	13	45			45		22
Novemb.		28			28		14	14	30			15		7		45		10	35		26
Decemb.		21			21		17		15	13	23	58	13	52		25	12	50	35		7
I. Trim. .	13	40	12	40	60	13	14	14	58	13	30	88	14	15	14	35	13	10	85	13	46
II. Trim..		45			105	12	58	16	30	14	25	125	15	43	13	45			45		30
III. Trim.		40		25	75	13	2		10		20	110		37	14			30	60		42
IV. Trim.		48	13		48		22	15	55	13	23	152	14	5	13	45	12	50	55		19
I. Semeſt.	13	45	12		105	13	6	16	30	13	30	180	14	59	14	35	13		95	13	38
II. Sem. .		48		25	83		12		10		23	167		51			12	50	70		30
I. IV. Tr.	13	48	12	40	68	13	[illegible]	15	58	13	23	155	14	40	14	35	12	50	105	13	42
II. III. Tr.		45	12		105	12	58	16	30	14	20	130	15	25			13		60	13	47
Annee...	13	48	12		108	13	9	16	30	13	23	187	14	55	14	35	12	50	105	13	34

Ordre des Mois.

1729.

Maximum.		*Minimum.*		Difference.		Moyen.	
Octobre.	3	Mai.....	5	Juin.....	10	Octobre.	3
Juin.....	7	Juin	6	Août....	9	Mars....	9
Septemb.	2	Août....	9	Mai.....	7	Septemb.	1
Mars....	10	Juillet...	11	Janvier..	5	Avril....	8
Août....	4	Janvier..	1	Juillet...	12	Décemb.	6
Avril....	8	Novemb.	7	Septemb.	11	Février..	11
Novemb.	6	Décemb.	10	Octobre.	3	Novemb.	5
Décemb.	1	Février..	3	Novemb.	6	Août....	4
Janvier..	12	Avril ...	4	Mars....	2	Janvier..	12
Février..	11	Septemb.	12	Avril....	1	Juin	7
Mai.....	9	Mars....	2	Février..	8	Juillet...	2
Juillet...	5	Octobre.	8	Décemb.	4	Mai.....	10
IV. Tr. ..	1	II. Trim.	2	II. Trim..	2	IV. Trim.	2
II. Trim..	3	III. Trim.	4	III. Trim.	4	I. Trim...	4
I. Trim...	4	I. Trim. .	1	I. Trim...	1	II. Trim..	3
III. Trim.	2	IV Trim.	3	IV. Trim.	3	III. Trim.	1
I. Sem. ..	1	I. Sem...		I. Semeſt.	2	II. Sem...	1
II. Sem. .	2	II. Sem. .		II. Sem...	1	I. Semeſt.	2
I. IV. Tr..		I. IV. Tr.	1	II. III. Tr.	1	I. IV. Tr.	2
II. III. Tr.		II. III. Tr.	2	I. IV. Tr..	2	II. III. Tr.	1

1731.

Maxim.	*Minimum.*	Differ.	Moyen.
Mai.....	Décemb.	Avril....	Juin.....
Juin.....	Mars....	Septemb.	Juillet...
Juillet...	Février..	Mai.....	Août....
Août....	Octobre.	Mars....	Mai.....
Septemb.	Novemb.	Décemb.	Avril....
Avril....	Janvier..	Janvier..	Septemb.
Octobre.	Septemb.	Juin.....	Janvier..
Mars....	Avril....	Février..	Octobre.
Janvier..	Mai.....	Juillet...	Mars....
Novemb.	Août....	Août....	Novemb.
Février..	Juillet...	Octobre.	Février..
Décemb.	Juin.....	Novemb.	Décemb.
II. Trim..	IV. Trim.	IV. Trim.	II. Trim..
III. Trim.	I. Trim...	II. Trim..	III. Trim.
IV. Trim.	III. Trim.	III. Trim.	I. Trim...
I. Trim...	II. Trim..	I. Trim...	IV. Trim.
II. Sem. .	II. Sem. .	I. Semeſt.	I. Semeſt.
I. Sem. ..	I. Semeſt.	II. Sem...	II. Sem...
II. III. Tr.	I. IV. Tr..	I. IV. Tr..	II. III. Tr.
I. IV. Tr..	II. III. Tr.	II. III. Tr.	I. IV. Tr..

1732.

Maximum.		*Minimum.*		Difference.		Moyen.	
Janvier..	8	Décemb.	7	Janvier..	5	Janvier..	7
Février..	10	Octobre.	11	Février..	2	Février..	8
Septemb.	1	Avril....	5	Octobre.	9	Septemb.	1
Août....	3	Mars....	6	Avril...	12	Août....	2
Juillet...	4	Nov. ...	9	Mars....	11	Juillet...	4
Juin.....	12	Février..	3	Novemb.	10	Juin.....	11
Octobre.	2	Mai.....	2	Decemb.	8	Mai.....	9
Novemb.	5	Juin.....	1	Septemb.	6	Mars....	10
Mars....	7	Juillet...	8	Août....	4	Novemb.	5
Avril....	9	Août....	10	Juillet...	7	Octobre.	3
Mai.....	11	Septemb.	12	Mai.....	1	Avril....	12
Décemb.	6	Janvier..	4	Juin	3	Décemb.	6
I. Trim...	2	IV. Trim.	2	I. Trim...	4	I. Trim...	3
III. Trim.	4	II. Trim..	4	III. Trim.	1	III. Trim.	1
II. Trim..	1	III. Trim.	1	IV. Trim.	2	II. Trim..	2
IV. Trim.	3	I. Trim...	3	II. Trim..	3	IV. Trim.	4
I. Semeſt.	2	II. Sem. .	2	I. Semeſt.	1	I. Semeſt.	2
II. Sem. .	1	I. Semeſt.	1	II. Sem. .	2	II. Sem...	1
I. IV. Tr.	2	I. IV. Tr..	2	I. IV. Tr..	2	II. III. Tr.	1
II. III. Tr.	1	II. III. Tr.	1	II. III. Tr.	1	I. IV. Tr..	2

	Maximum.	*Minimum.*	Differ.	Moyen.
1734	14°	12° + 55′	65′	13° + 27.5′
1735	15° + 20′	11° + 15′	185′	13° + 47.5′
1736	14°	12° + 15′	105′	13° + 7.5′

TABLE TRENTE-NEUVIÈME.

Observations faites de 1736 à 1743, à Haarlem; par M. Duyn.

Déclinations moyennes pour chaque Mois.

	1735.		1736.		1737.		1738.		1739.		1740.		1741.		1742.	
Janvier..					14	25			15	24	15	46	15	15	14	37
Février..						28				57		47		15		19
Mars....	13	33				13				51		48		16		33
Avril....		49				3	14	40		45	16			41		23
Mai.....						32		39		51	15	29		13		14
Juin.....						30		27		48		56		24		24
Juillet...	14	19				7		23		35		41	14	31		23
Août....		38				46		29		51		42		21		28
Septemb.		45	14	29		38		31		46		19		27		14
Octobre.		48		13				18		39		40		38		24
Novemb.		41		28				21		30		20		58		31
Decemb.		41		29				22		36		11		13		31
Differenc.		75				43		37		33		49		88		23
I. Trim...					14	23.3			15	44	15	47	15	15.3	14	30
II. Trim..						23	14	35		47		48		26		21
III. Trim.	14	34				30		28		44		41		26.3		21
IV. Trim.		43.5	14	23.3				34		25		24	14	30		30
I. Semest.					14	23.1			15	45.5	15	47.5	15	20.6	14	25.5
II. Sem..	14	38.7					14	31		34.5		12.5	14	28.1		25.5
I. IV. Tr.									15	34.5	15	35.1	14	52.1	14	30
II. III Tr.										45.5		44.5	15	26.1		21
Annee...	14	24			14	25	14	32	15	43	15	43	14	49	14	25.5

Ordre des Mois

1739.		1740.		1741.		1742.	
9	Février..	7	Avril....	8	Avril....	11	Janvier..
8	Mars....	4	Juin.....	4	Juin.....	10	Mars....
5	Mai.....	10	Mars....	9	Mars....	8	Novemb.
2	Août....	11	Février..	12	Janvier..	12	Décemb.
4	Juin.....	12	Janvier..	10	Février..	2	Août....
3	Septemb.	1	Août....	6	Mai.....	3	Juin.....
7	Avril....	2	Juillet...	5	Octobre.	6	Octobre.
6	Octobre.	6	Octobre.	7	Novemb.	7	Avril....
10	Décemb.	3	Septemb.	1	Juillet...	1	Juillet...
1	Juillet...	5	Mai.....	3	Septemb.	9	Février..
2	Novemb.	8	Novemb.	2	Août....	5	Mai.....
11	Janvier..	9	Decemb.	11	Décemb.	4	Septemb.
2	II. Trim..	2	II. Trim..	2	II. Trim..	4	I. Trim..
4	I. Trim..	3	I. Trim...	4	I. Trim..	3	IV. Trim.
1	III. Trim.	1	III. Trim.	3	IV. Trim.	2	II. Trim..
3	IV. Trim	4	IV. Trim.	1	III. Trim.	1	III. Trim.
2	I. Semest.	2	I. Semest.	2	I. Semest.	2	I. Sem...
1	II. Sem.	1	II. Sem...	1	II. Sem...	1	II. Sem...
	II. III. Tr.		II. III. Tr.		II. III. Tr.		I. IV. Tr..
	I. IV. Tr..		I. IV. Tr..		I. IV. Tr..		II. III. Tr.

Déclinaisons diurnes.

	Max.	*Min.*	Diff.	Moy.
1739.	15°	15°		15°
Novemb.	40	18	22	3
Décemb.	52	20	32	36
1740.	15°	15°		15°
Janvier..	56	38	18	46
Février..	56	40	16	48
Mars....	58	28	30	48
1742.	14°	14°		14°
Décembr.	45	20	25	31

Variations diurnes.

	Max.	*Min.*	Diff.	Moy.
1739.				
Novemb.	10		10	1.3
Decemb.	25		25	4.7
1740.				
Janvier..	6		6	2
Février..	8		8	2
Mars....	8		8	2.6
1742.				
Novemb.	15		15	3

Aaaaa

Déclin. irrég. en 1774.

Janvier; le 10 .. 18° 29′
11 .. 18° 33.12

Mars... le 2 .. 18° 25.25′
3 .. 22
14 .. 34.4
15 .. 38.55
20 .. 29.54
22 .. 33
24 .. 42
27 .. 27.6
31 .. 21.88

Avril... le 23 .. 18° 43.5

Variations.

Du 9 au 10 .. 1.98′
10 .. 11 .. 5.12
11 .. 12 — 0.59

Du 1 au 2 — 1.6
2 .. 3 — 3.25
3 .. 4 — 2.71
13 .. 14 — 1.34
14 .. 15 .. 4.15
15 .. 16 .. 0.62
19 .. 20 — 4.16
20 .. 21 — 0.04
21 .. 22 .. 3.5
22 .. 23 — 4.65
23 .. 24 .. 6.65
24 .. 25 — 2.43
26 .. 27 — 13
27 .. 28 .. 0.6
30 .. 31 — 2.56
31 .. 1 .. 2.52

Du 22 au 23 .. 4.62
23 .. 24 — 5.44

TABLE QUARANTIÈME.

Observations faites à Sparendam, près de Haarlem, en 1765, 1766, 1767, 1768.

PREMIÈRE PARTIE.

Déclinaisons & Variations menstruelles.

Nº I. 1765.	Max.		Min.		Diff.	Moy.		Ordre des Mois. Maximum.		Minimum.		Différence.		Moyen.	
Janvier..	20	3	19	56	7	19	59.2	9	Mars....	9	Septemb.	4	Septemb.	12	Décemb.
Février..				42	18		56.5	3	Juin.....	1	Février..	7	Novemb.	6	Octobre.
Mars....		7		54	13		59	8	Novemb.	5	Novemb.	3	Février..	10	Novemb.
Avril....	19	58		51	7		54.5	4	Juillet...	10	Juillet...	8	Juin.....	1	Août.
Mai.....	20			52	8		52.8	2	Septemb.	6	Avril....	9	Juillet...	11	Janvier.
Juin.....		7		51	16		56.4	11	Décemb.	11	Juin	5	Mars....	8	Mars.
Juillet...		5		50	15		57.3	7	Octobre.	8	Mai.....	12	Octobre.	4	Septemb.
Août....		3		56	7		59.3	10	Janvier..	7	Octobre.	6	Mai.....	3	Juillet.
Septemb.		5		25	40		58.4	1	Août....	4	Mars....	10	Janvier..	9	Février.
Octobre.		4		53	11	20	0.3	12	Février..	3	Janvier..	1	Avril....	2	Juin.
Novemb.		7		45	22	19	59.7	6	Mai.....	12	Août....	2	Août....	7	Avril.
Décemb.		5	20	2	3	20	3.7	5	Avril....	2	Décemb.	11	Décemb.	5	Mai.
I. Trim..	20	7	19	42	23	19	58.2	4	I. Trim...	4	III. Trim.	2	III. Trim.	4	IV. Trim.
II. Trim..		7		51	16		54.6	2	II. Trim..	3	II. Trim.	1	I. Trim...	1	III. Trim.
III. Trim.		5		25	40		58.3	3	IV. Tr. ..	2	IV. Trim.	4	IV. Trim.	3	I. Trim.
IV. Trim.		7		45	22	20	1.2	1	III. Trim.	1	I. Trim. .	3	II. Trim..	2	II. Trim.
I. Semest.	20	7	19	42	23	19	56.4	2	I. Sem...	2	II. Sem. .	2	II. Sem...	1	II. Sem.
II. Sem. .		7		25	42		59.7	1	II. Sem. .	1	I. Sem...	1	I. Semest.	2	I. Semest.
I. IV. Tr.	20	7	19	42	25	19	59.7				II. III. Tr.		II. III. Tr.		I. IV. Tr.
II. III. Tr.		7		25	42		56.4				I. IV. Tr.		I. IV. Tr..		II. III. Tr.
Année...	20	7	19	25	42	19	58								

Nº I. 1766.	Max.		Min.		Diff.	Moy.		Ordre des Mois. Maximum.		Minimum.		Différence.		Moyen.	
Janvier..	20	7	20	4	3	20	5.5	9	Novemb.	2	Février..	9	Février..	8	Novemb.
Février..		7	19	35	32		1	10	Decemb.	7	Avril....	3	Avril...	12	Janvier.
Mars....		7		40	27		1.8	7	Octobre	8	Mai.....	6	Mai.....	1	Août.
Avril....		7		35	32		0.3	11	Janvier..	5	Mars....	7	Septemb.	7	Octobre.
Mai.....		6		35	31	19	57.3	12	Février..	10	Septemb.	5	Mars....	2	Juillet.
Juin.....		7		41	26		57.7	8	Mars....	9	Juin.....	4	Juin	9	Mars.
Juillet...		4		59	5	20	2	6	Avril....	3	Decemb.	12	Décemb.	4	Septemb.
Août....		7		59	8		3	1	Juin.....	6	Octobre.	1	Octobre.	11	Février.
Septemb.		7		40	27		1.6	2	Août....	11	Juillet...	2	Novemb.	6	Avril.
Octobre.		8		54	14		2.3	4	Septemb.	12	Août...	10	Août....	10	Décemb.
Novemb.		10	20		10		6.2	5	Mai.....	4	Nov. ...	11	Juillet...	3	Juin.
Décemb.		10	19	50	20	19	59.8	3	Juillet...	1	Janvier..	8	Janvier..	5	Mai.
I. Trim...	20	7	19	35	42	20	2.8	3	IV. Trim.	1	I. Trim...	2	I. Trim...	4	I. Trim.
II. Trim..		7		55	32	19	58.4	4	I. Trim...	4	II. Trim..	3	II. Trim..	3	IV. Trim.
III. Trim.		7		40	27	20	2.2	2	II. Trim..	3	III. Trim.	4	III. Trim.	1	III. Trim.
IV. Trim.		10		50	20		2.8	1	III. Trim.	2	IV. Trim.	1	IV. Trim.	2	II. Trim.
I. Sem. ..	20	7	19	35	32	20	0.6	1	II. Sem. .	1	I. Semest.	1	I. Semest.	1	II. Sem.
II. Sem. .		10		40	20		2.6	2	I. Semest.	2	II. Sem. .	2	II. Sem. .	2	I. Semest.
I. IV. Tr..	20	10	19	35	35	20	2.8		I. IV. Tr.				I. IV. Tr..		I. IV. Tr.
II. III. Tr.		7		35	32		0.3		II. III. Tr.				II. III. Tr.		II. III. Tr.
Année...	20	10	19	35	35	20	1.6								

Nº II. 1767.	Max.		Min.		Diff.	Moy.		Ordre des Mois. Maximum.		Minimum.		Différence.		Moyen.	
Janvier..	20	13	19	52	21	20	8	8	Novemb.	5	Mars....	10	Mars....	11	Décemb.
Février..		9		45	24		0.7	11	Décemb.	3	Février..	5	Mai.....	7	Novemb.
Mars....		11		43	28		3.2	12	Janvier..	7	Mai.....	12	Septemb.	4	Juin.
Avril....		12	20	3	9		7.1	5	Mai.....	10	Septemb.	8	Février..	1	Août.
Mai.....		13	19	45	28		5.2	6	Octobre.	1	Janvier..	2	Janvier..	12	Janvier.
Juin.....		11	20	7	4		9.1	7	Avril....	12	Juillet...	11	Juillet...	5	Octobre.
Juillet...		11			11		6.3	1	Août....	4	Avril....	6	Novemb.	8	Avril.
Août....		12		6	6		8.8	9	Mars....	11	Août....	4	Avril....	2	Juillet.
Septemb.		11	19	45	26		5.6	4	Juin.....	8	Octobre.	9	Octobre.	3	Septemb.
Octobre.		13	20	6	7		8	3	Juillet...	9	Juin.....	3	Août....	6	Mai.
Novemb.		12		7	9		11.8	2	Septemb.	6	Novemb.	1	Decemb.	9	Mars.
Décemb.		16	20	10	6		13	10	Février..	2	Décemb.	7	Juin.....	10	Février.
I. Trim...	20	13	19	43	[illegible]	20	4	3	IV. Trim.	1	I. Trim...	2	I. Trim...	3	IV. Trim.
II. Trim. .		13		45	28		7.1	4	I. Trim. .	3	II. Trim..	3	II. Trim..	2	II. Trim.
III. Trim.		12		45	27		6.9	2	II. Trim..	4	III. Trim.	4	III. Trim.	1	III. Trim.
IV. Trim.		16	20	6	10		10.9	1	III. Trim.	2	IV. Trim.	1	IV. Trim.	4	I. Trim.
I. Semest.	2	13	19	43	30	20	5.5	1	II. Sem...	1	I. Semest.	1	II. Sem ..	1	II. Sem.
II. Sem...		16		45	31		8.9	2	I. Sem...	2	II. Sem...	2	I. Semest.	2	I. Sem.
I. IV. Tr.	20	16	19	43	33	20	7.5		I. IV. Tr..		I. IV. Tr..		I. IV. Tr..		I. IV. Tr.
II. III. Tr.		13		45	28		7		II. III. Tr.		II. III. Tr.		II. III. Tr.		II. III. Tr.
Année ..	20	16	19	43	33	2	6.72								

Nº II. 1768.	Max.		Min.		Diff.	Moy.		Ordre des Mois. Maximum.		Minimum.		Différence.		Moyen	
Janvier ..	20	14	20	10	4	20	12	10	Février..	8	Mai.....	3	Février...	12	Janvier..
Février..		18		7	11		12.0	6	Octobre.	10	Juin.....	5	Juillet...	11	Février..
Mars....		10		4	6		6.1	11	Décemb.	11	Juillet...	12	Août....	6	Octobre..
Avril....		7		2	5		4.6	12	Janvier..	6	Avril....	10	Decemb.	10	Décembr.
Mai.....		5	19	59	6		2.9	5	Septemb.	12	Août....	9	Septemb.	8	Novemb.
Juin.....		5		59	6		3.9	8	Novemb.	3	Mars....	11	Novemb.	2	Août....
Juillet...		11	20		11		4.9	3	Août....	5	Novemb.	2	Octobre.	4	Septemb.
Août....		12		3	9		8.6	1	Juillet...	9	Septemb.	6	Mars....	9	Mars....
Septemb.		14		6	8		7.8	9	Mars....	4	Décemb.	4	Mai.....	1	Juillet...
Octobre.		15		8	7		11.3	7	Avril....	2	Février..	8	Juin.....	7	Avril....
Novemb.		13		5	8		9.3	4	Mai.....	7	Octobre..	7	Avril....	5	Mai.....
Décemb		15		6	9		10.0	2	Juin.....	1	Janvier..	1	Janvier..	3	Juin.....
I. Trim...	20	18	20	4	14	20	10.1	4	I. Trim...	3	II. Trim..	1	I. Trim...	3	IV. Trim.
II. Trim..		7	19	59	8		2.8	3	IV. Trim.	4	III. Tr....	3	III. Trim.	4	I. Trim...
III. Trim.		14	20		14		7.1	1	III. Trim.	1	I. Trim...	4	IV. Trim.	1	III. Trim.
IV. Trim.		15		5	10		10.2	2	II. Trim..	2	IV. Trim.	2	II. Trim..	2	II. Trim..
I. Sem...	20	18	19	59	14	20	6.4	2	II. Sem..	1	I. Sem...	1	I. Sem...	2	II. Sem...
II. Sem...		15	20		15		8.6	1	I. Sem...	2	II. Sem...	2	II. Sem..	1	I. Sem...
I. IV. Tr..	20	18	20		18	20	19.1		I. IV. Tr..		II. III. Tr.		I. IV. Tr.		I. IV. Tr..
II. III. Tr.		14	19	59	15		5.0		II. III. Tr.		I. IV. Tr..		II. III. Tr.		II. III. Tr.
Année...	20	18	19	59	19	20	7.5								

TABLE QUARANTIÈME.

SECONDE PARTIE.

Variations diurnes des Déclinaisons, observées une fois par Jour.

N.° I.	1765.				Ordre des Mois.			
1765.	*Max.*	*Min.*	Differ.	Moy.	*Maxim.*	*Minim.*	Differ.	Moyen.
Janvier..	3		3	1.1	Septemb.		Septemb.	Septemb.
Février..	10		10	2.2	Juin.....		Juin.....	Juin.
Mars....	8		8	1.7	Février..		Février..	Février.
Avril....	4		4	1.6	Juillet...		Juillet...	Octobre.
Mai.....	3		3	1.5	Octobre.		Octobre.	Juillet.
Juin.....	13		13	2.3	Novemb.		Novemb.	Mars.
Juillet...	10		10	1.9	Mars....		Mars....	Novemb.
Août....	2		2	1	Avril....		Avril....	Avril.
Septemb.	36		36	1.4	Janvier..		Janvier..	Mai.
Octobre.	10		10	2.1	Mai.....		Mai.....	Janvier.
Novemb.	9		9	1.7	Août....		Août....	Août.
Decemb.	2		2	0.7	Décemb.		Décemb.	Décemb.
I. Trim..	10		10	1.7	III. Trim.		III. Trim.	III. Trim.
II. Trim..	13		13	1.8	II. Trim..		II. Trim..	II. Trim.
III. Trim.	36		36	2.1	I. Trim...		I. Trim...	I. Trim.
IV. Trim.	10		10	1.5	IV. Tr...		IV. Trim.	IV. Trim.
I. Semest.	13		13	1.8	II. Sem..		II Sem...	I. Semest.
II. Sem..	36		36	1.8	I. Sem...		I. Semest	II. Sem.
I. IV. Tr.	10		10	1.6	II. III. Tr.		II. III. Tr.	II. III. Tr.
II. III. Tr.	36		36	1.95	I. IV. Tr.		I. IV. Tr..	I. IV. Tr.
Année...	36		36	1.5				

N.° I.	1766.				Ordre des Mois.			
1766.	*Max.*	*Min.*	Differ.	Moy.	*Maxim.*	*Minim.*	Differ.	Moyen.
Janvier..	3		3	0.6	Avril....		Avril...	Avril.
Février..	25		25	2.8	Février..		Février..	Mai.
Mars....	13		13	1.7	Septemb.		Septemb.	Février.
Avril....	28		28	3.8	Juin.....		Juin....	Décemb.
Mai.....	21		21	3.8	Mai.....		Mai.....	Juin.
Juin.....	22		22	2.4	Mars....		Mars....	Septemb.
Juillet...	3		3	1.3	Décemb.		Décemb.	Mars.
Août....	3		3	1.4	Novemb		Novemb.	Août.
Septemb.	24		24	2.1	Octobre		Octobre.	Juin.
Octobre.	4		4	1.3	Janvier..		Janvier..	Octobre.
Novemb.	5		5	1.2	Juillet...		Juillet...	Novemb.
Decemb.	8		8	2.5	Août....		Août....	Janvier.
I. Trim...	25		25	1.4	II. Trim..		II Trim..	II. Trim.
II. Trim..	28		28	3.3	I. Trim...		I. Trim...	IV. Trim.
III. Trim.	24		24	1.6	III. Trim.		III. Trim.	III. Trim.
IV. Trim.	8		8	1.7	IV. Trim.		IV. Trim.	I. Trim.
I. Sem...	28		28	2.3	I. Semest.		I. Semest.	I. Semest.
II. Sem..	24		24	1.7	II. Sem..		II. Sem..	II. Sem.
I. IV. Tr..	25		25	1.55	II. III. Tr.		II. III. Tr	II. III. Tr.
II. III. Tr.	25		28	2.45	I. IV. Tr.		I. IV. Tr..	I. IV. Tr.
Année...	28		28	2				

N.° II.	1767.				Ordre des Mois.			
1767.	*Max.*	*Min.*	Differ.	Moy.	*Maxim.*	*Minim.*	Differ.	Moyen.
Janvier..	5		5	1.5	Septemb.		Septemb.	Février.
Février..	8		8	1.7	Mai.....		Mai.....	Mars.
Mars....	12		12	2.5	Mars....		Mars....	Septemb.
Avril....	8		[illegible]	1.5	Février..		Février..	Mai.
Mai.....	18		18	2.3	Avril....		Avril....	Janvier.
Juin.....	2		2	.7	Juillet...		Juillet...	Avril.
Juillet...	6		6	1.1	Janvier..		Janvier..	Octobre.
Août....	2		2	0.7	Octobre.		Octobre.	Juillet.
Septemb.	25		25	2.4	Décemb.		Décemb.	Novemb.
Octobre.	4		4	1.2	Juin.....		Juin.....	Décemb.
Novemb.	2		2	1	Août....		Août....	Juin.
Décemb.	3		3	.9	Novemb.		Novemb.	Août.
I. Trim...	12		12	2.3	III. Trim.		III. Trim.	I. Trim.
II. Trim..	18		18	1.5	II. Trim..		II. Trim..	II. Trim.
III. Trim.	25		25	1.4	I. Trim..		I. Trim...	III. Trim.
IV. Trim.	2		2	1	IV. Trim.		IV. Trim.	IV. Trim.
I. Semest.	18		18	1.9	II. Sem...		II. Sem..	I. Sem.
II. Sem..	25		25	1.2	I. Sem...		I. Semest.	II. Sem.
I. IV. Tr..	12		12	1.6	II. III. Tr		II. III. Tr.	I. IV. Tr.
II. III. Tr.	25		25	1.45	I. IV. Tr..		I. IV. Tr..	II. III. Tr.
Année..	25		25	1.5				

N.° II.	1768.				Ordre des Mois.			
1768.	*Max.*	*Min.*	Differ.	Moy.	*Maxim.*	*Minim.*	Differ.	Moyen.
Janvier..	2		2	0.8	Mai.....		Mai.....	Novemb.
Février..	2		2	0.8	Juin.....		Juin.....	Juin.
Mars....	2		2	1.0	Janvier..		Janvier..	Août.
Avril....	2		2	0.9	Février..		Février...	Décembr.
Mai.....	3		3	1.0	Mars....		Mars....	Septemb.
Juin.....	3		3	0.12	Avril....		Avril....	Mai.
Juillet...	2		2	1.0	Juillet...		Juillet...	Juillet.
Août....	2		2	1.22	Août....		Août....	Octobre.
Septemb.	2		2	1.10	Septemb.		Septemb.	Mars.
Octobre.	2		2	1.0	Octobre.		Octobre.	Avril.
Novemb.	[illegible]		3	1.30	Novemb.		Novemb.	Janvier.
Décemb	2		2	1.2	Décemb.		Décemb.	Février.
I. Trim...	2		2	0.9	II. Trim..		II. Trim..	IV. Trim.
II. Trim..	3		3	1	IV. Trim.		IV. Trim.	III. Trim.
III. Trim.	2		2	1.1	I. Trim...		I. Trim...	II. Trim.
IV. Trim.	3		3	1.2	III. Trim.		III. Trim.	I. Trim.
I. Sem...	3		3	0.9	I. Sem...		I. Sem...	II. Sem.
II. Sem...	3		3	1.2	II. Sem..		II. Sem..	I. Sem.
I. IV. Tr..	3		3	1.0				II. III. Tr.
II. III. Tr.	3		3	1.1				I. IV. Tr.
Année...	3		3	1.05				

TABLE QUARANTE-UNIÈME.

Changemens de Déclinaisons, observées de 1700 à 1756, en trois cens quatre-vingt-sept endroits différens de la Terre, extraits de la Table de MM. MOUNTAINE & DODSON, *publiée dans les* Philosophical Transactions, *Vol. L. p. 333.*

	Latitudes Boréales.												Latitudes Australes.								
	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	
Longitudes à l'Ouest de Londres.																					Longitudes à l'Ouest de Londres.
80						2¼	1¼	1 n.b	½ n.b												80
75					4¼	2	1¼	1	n.b												75
70				5¼	4¼	2	¼	½	n.b												70
65				5	3	1¾	½	¼	n.b												65
60			4¼	4¼	2¼	1¼	¾	¼		¼											60
55			4½	3½	1½	2	1¼	¼	¼	n.b	¼										55
50			4½	3¼	2	2¼	1¼	1¼	¼	½	½	¼									50
45			5	3½	2¼	2¾	2¼	2¼	1¼	1	½	½									45
40			5½	4¼	3¼	3¾	3¾	3¼	R	1½	1¼	¼			1¼	1¼					40
35			6½	5¼	5	4¼	4½	4¼	4½	2¾	2	1¼	1½	1¼	2	2¼	3¼	3¼	4½		35
30			7¼	7¼	6¼	6½	6¼	5¼	4¼	4	3¼	3	3¼	1	3	3½	4	4¼	5	6	30
25		11¼	8½	8	8½	8	7¼	7	6	5¾	5½	5½	5½	5	4¼	4¼	5	5¼	5¼	6½	25
20		11½	9	9	9	9	9	8½	8	7¼	7¼	7¼	7¼	6½	6½	6	6¾	5½	5½	6¼	20
15		11½	9½	9¼	9¼	9½				8¼	8½	8½	8½	8¼	8¼	9¼	7	6¼	6½	7	15
10		11¾	10	10	10						9½	9½	9¼	9½	9¼	9¼	8	7¼	7¼	7½	10
5		11¼	10½								9¼	8¼	10½	10½	10¼	9¼	9	8½	7¼	7¼	5
0											10½	10¼	10¼	10½	10¼	10¼	9½	9	8	7¼	0
Longitudes à l'Est de Londres.																					Longitudes à l'Est de Londres.
5											10¼	10½	10	10	9¼	9½	9¼	8¼	8	7½	5
10											9¼	9¾	9½	9¼	9	8¼	8½	8¼	8	7¼	10
15														8½		8¼	8¼	8½	7¼	7½	15
20																			7¼	7¼	20
25																			7¼	6¼	25
30																		5¼	6	6¼	30
35																3	4	4½	5	5¼	35
40												n.b	−1	½	¼	1½	2¼	3¼	4	4¼	40
45											−3	−3¼	−2½	−1½	−1	n.b	¼	1½	2¼ n.b	2 n.b	45
50									−5¼	−5½	−5¼	−5½	−5¾	−5¼	−4¼	−2¾	−1½	−¼ n.b	n.b	n.b	50
55									−6½	−7	−7½	−7¾	−8¼	−8	−7	−5½	−4	−2	−1¼ n.b	−¾ n.b	55
60							−6¼	−6¾	−7	−7½	−8¼	−9¼	−9¾	−9¾	−9½	−8¼	−6¼	−3¼	−2	−1¼ n.b	60
65							−7	−7	−7	−7½	−8¼	−9	−10¼	−10¼	−11	−10¼	−7¼	−5¼	−2¾	−1¼	65
70							−7¼	−7	−7	−7	−8	−8¼	−10	−11	−11¼	−10¼	−8¼	−5¼	−3	−1¾	70
75									−7¼	−9	−8	−8¼	−10	−10½	−10¼	−10½	−8¼	−5¾	−3	−1	75
80									−5¼	−6	−6¼	−8	−9	−9½	−9½	−9	−7¼	−5	−2½	−¼	80
85									−5	−4½	−6	−6¼	−7¼	−8¼	−7¼	−7¼	−5¼	−3¼	−1½		85
90								−4½	−3¼	−4	−4¼	−5¼	−5¼	−6½	−6¼	−5½	−4¼	−3	−¼		90
95									−2	−2	−2¼	−2¼	−3¼ n.b	−4	−3¼	−3½	−3½	−3			95
100												−1¼	−1½	−1¼	−1½	−1¼	−1¼				100
105														n.b	¼ n.b	n.b					105
110														−1¼ n.b							110
	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	
	Latitudes Boréales.												Latitudes Australes.								

Nombre d'Observations.

Latitude Boréale { Longitude Occidentale .... 132 ; Longitude Orientale ...... 45 } 177 }
Latitude Australe { Longitude Occidentale .... 65 ; Longitude Orientale ...... 135 } 200 } 377.

Les lettres *n.b*, qui se trouvent par-ci par-là, indiquent que la Déclinaison n'a pas toujours varié du même sens.

TABLE QUARANTE-DEUXIÈME.

Résultat des Observations faites à la Haye, sur l'Aiguille N.° 3, en 1775 & 1776, §. 28.

N.° I. Déclinaisons moyennes pour chaque Heure, exprimées en minutes.

1775.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.
Juillet...	71.87	71.05	70.5	71.96	73.96	76.54	77.83	79.3	78.63	78.35	77.42	77.13	76.6	76	75.75	75.71	75.3	75.21
Septemb.	75.65	75.96	76.27	76.33	76.37	77.3	78.1	78.68	78.68	79.58	78.18	76.81	76.43	75.69	75.69	74.87	75.5	75.48
Octobre.	58.97	68.87	68.62	70.52	71.48	71.50	72.46	73.80	74.22	73.62	72.38	70.73	77.76	77.09	77.37	75.96	75.83	75.93
Novemb.	69.06	70.47	69.23	69.88	71.27	71.71	71.71	72.03	72.03	72.03	70.18	70.14	71.25	69.67	69	69	68.73	68.97
Decemb.	72.04	72.09	72.26	71.46	71.42	72.31	72.85	71.77	72.7	71.52	71.32	72.24	72.29	70.76	70.82	70.95	72.48	70.9
1776.																		
Janvier..	76.12	75.12	73.8	73.95	72	73.61	73.82	74.05	73.24	71.06	72.5	73.5	74.03	74.2	73.5	72.37	72.69	73.39
Février..	43.09	44.62	44.66	45.15	45.46	46.43	46.70	47.06	46.66	46.93	45.89	45.83	45.61	46 42	45.3	44.52	45.32	43.26
Mars....	47.04	48.35	49.79	49.07	49.93	51.8	54.53	55.18	55.2	55.36	54.81	52.53	52.36	51.22	50.72	49.21	48.83	49

N.° II. Variations horaires des Déclinaisons moyennes.

1775.	De 6 à 7	7 à 8	8 à 9	9 à 10	10 à 11	11 à 12	12 à 1	1 à 2	2 à 3	3 à 4	4 à 5	5 à 6	6 à 7	7 à 8	8 à 9	9 à 10	10 à 11	Moy.
Juillet...	—8.82	—0.55	1.46	2	2.68	1.29	1.47	—0.73	—0.28	—0.93	—0.29	—0.53	—0.6	—0.25	—0.04	—0.41	—0.09	0.85
Septemb.	0.31	0.32	0.05	0.05	0.93	0.8	0.58		0.96	—1.4	—1.37	—0.38	—0.74		—0.82	—0.64	—0.02	0.51
Octobre.	—0.1	—0.25	1.91	0.95	0.02	0.96	1.34	0.42	—0.6	—1.24	—2.65	—2.97	—0.67	0.48	—1.88	—0.13	0.1	0.86
Novemb.	0.41	—1.24	0.65	1.39	0.44		0.32			—1.99	—0.04	1.11	—1.68	—0.67		—0.27	0.24	0.69
Décemb.	0.01	—0.16	—0.8	—0.04	0.89	0.54	—1.08	0.93	—1.48	—0.2	0.92	0.05	—1.53	0.06	0.13	1.53	1.58	0.66
1776.																		
Janvier..	—0.9	—1.42	0.15	—1.45	1.11	0.21	0.23	—0.81	—0.18	—0.56	1	0.53	0.17	—0.7	—1.13	0.31	0.7	0.62
Février..	1.53	0.04	0.49	0.31	1.47	—0.23	0.36	—0.4	0.45	—1.22	—0.06	0.22	0.81	—1.12	—1.78	0.8	2.06	0.78
Mars....	1.31	1.34	—0.72	0.86	1.87	2.73	0.65	0.12	0.16	—0.55	—2.28	—0.17	—1.14	—0.5	—1.51	—0.38	0.17	0.94

N.° III. Heures du *Maximum*. PREMIERE PARTIE.

1775.	VI.		VII.		VIII.		IX.		X.		XI.		XII.		I.		II.		III.		IV.		V.		VI.		VII.		VIII.		IX.		X.		XI.		Irr.	Somm.
Juillet...											1		1	3	2			1	1				1						2									12
Septemb.	1				1		1	1				1	1	2	3	2	3	3	1		1																3	25
Octobre.		1		1	1				1	1	1		1	2	6	6	5	1	1					1													2	31
Novemb.		1	1						1		1	1			3		1	1		1		1	2		2			1			2	1	1			3	6	30
Décemb.		3		1	1	1				2			1	1			3	3				1		1					2		2				3		6	31
1776.																																						
Janvier..			1	1		2				1	1	1	1	3	1	2		1				1		1				1					1		2		8	31
Février..				3	1						2	3		1	2	1	2	2	1			1					1				2		1				5	27
Mars....									1		2	1	1	5	6	2	6	1	3		2																	31

N.° III. SECONDE PARTIE.

1775.	Av. 12.	Ent. 12 & 4	Ap. 4.	Irr.	Somm.
Juillet...	1	8	3		12
Septemb.	5	16		3	25
Octobre.	6	22	1	2	31
Novemb.	5	7	12	6	30
Décemb.	8	9	8	6	31
1776.					
Janvier..	7	9	7	8	31
Février..	8	10	4	5	29
Mars....	4	26			31

N.° IV. Sortes de mouvemens de l'Aiguille.

1775.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.		VIII.	Somme.
Juillet...	1	2	5	4			4			12
Septemb.	4		15	3		1	7	2		25
Octobre.	5	2	12	8		2	16	2		31
Novemb.	1	3	10	4	2	2	15	7		30
Décemb	1	4	7	8	3	6	24	2		31
1776.										
Janvier..	3	3	9	4	1	4	10	6	4	31
Février..	6	1	13	5		1	6	1		27
Mars....	6	6	11	6			14			31

TABLE QUARANTE-TROISIÈME.

PREMIÈRE PARTIE. SECONDE PARTIE. RÉCAPITULATION.

Mouvemens Horaires de deux Aiguilles, §. 148 & ſuivans.

Première Partie.

1775.	N.° IV. *Stationaire.*				N.° IV. *Mu vers l'O.*				N.° IV. *Mu vers l'Eſt.*				Somme.
N° A.	Stat.	Mu v. l'O.	Mu v. l'Eſt.	Somm.	Mu v. l'O.	Mu v. l'Eſt.	Stat.	Somm.	Mu v. l'Eſt.	Mu v. l'O.	Stat.	Somm.	
Avril....	202	72	72	346	224	18	97	339	210	18	87	315	1000
Mai.....	171	60	75	306	237	8	122	367	184	13	130	327	1000
Juin.....	158	83	61	302	232	29	120	381	180	20	117	317	1000
Juillet...	100	66	53	219	222	66	124	412	201	59	109	369	1000
Août....	79	58	61	198	237	63	102	402	218	69	113	400	1000
Septemb.	163	108	78	349	250	27	59	336	210	25	80	315	1000
Octobre.	220	77	65	362	226	8	90	324	226	6	82	314	1000
Novemb.	268	61	40	369	278	24	109	311	199	24	97	320	1000
Decemb.	344	98	78	520	80	7	128	215	100	16	149	265	1000
1776.													
Janvier..	408	34	60	502	112	2	134	248	81	9	160	250	1000
Fevrier..	307	47	56	410	154	7	118	279	142	20	149	311	1000
Mars....	300	46	74	420	178	4	108	290	160	12	118	190	1000
II. Trim..	531	215	228	854	693	55	339	1087	574	51	334	959	3000
III. Trim.	342	232	192	766	209	156	285	1150	629	153	302	1084	3000
IV. Trim.	822	236	183	1251	484	39	327	850	525	46	328	899	3000
I. Trim..	1015	127	190	1322	444	13	310	817	383	41	427	751	3000
I. IV. Tr.	1837	363	373	2573	928	52	637	1667	908	87	755	1650	6000
II. III. Tr.	873	447	420	1620	1402	215	624	2237	1203	204	636	2043	6000
Année...	3710	810	793	4193	2330	263	1261	3904	2111	291	1391	3693	12000

Seconde Partie. Récapitulation.

1775.	Mêmes Mouvemens.				Mouvemens Divers.					Mouvemens Oppoſés.			Divers.			Mêmes Mouvemens..	Mouv.. oppoſés.	Somme totale.
N° IV. / N° A.	Station. / Station.	O. / O.	Eſt. / Eſt.	Somm.	Station. / O.	Station. / Eſt.	O. / Station.	Eſt. / Station.	Somm.	O. / Eſt.	Eſt. / O.	Somm.	N° IV. Stat.	N° A. Stat.	Somm.			
Avril....	202	224	210	636	72	72	97	87	328	18	18	36	144	184	328	636	36	1000
Mai.....	171	237	184	592	60	75	122	130	387	8	13	21	135	252	387	592	21	1000
Juin.....	158	232	180	570	83	61	120	117	381	29	20	49	144	237	381	570	49	1000
Juillet...	100	122	201	523	66	53	124	109	352	66	59	125	119	233	352	523	125	1000
Août....	79	237	218	534	58	61	102	113	334	63	69	132	119	215	334	534	132	1000
Septemb.	163	250	210	623	108	78	89	80	325	27	25	52	186	139	325	623	52	1000
Octobre.	220	226	226	672	77	65	90	82	314	8	6	14	142	172	314	672	14	1000
Novemb.	268	178	199	645	61	40	109	97	307	24	24	48	101	206	307	645	48	1000
Décemb.	344	80	100	524	98	78	128	149	453	7	16	23	176	277	453	524	21	1000
1776.																		
Janvier..	408	112	81	601	34	60	134	160	388	2	9	11	94	294	388	601	11	1000
Février..	307	154	142	603	47	56	118	149	370	7	20	27	103	267	370	603	27	1000
Mars....	300	178	160	638	46	74	108	118	346	4	12	16	130	226	346	638	16	1000
II. Trim..	531	693	574	1798	215	208	339	334	1096	55	51	106	423	673	1096	1798	106	3000
III. Trim.	342	709	629	1680	232	192	285	302	1011	156	153	309	424	587	1011	1680	309	3000
IV. Trim.	832	484	525	1841	236	183	327	328	1074	39	46	85	419	655	1074	1841	85	3000
I. Trim...	1015	444	383	1842	127	190	360	427	1104	13	41	54	317	787	1104	1842	54	[illegible]
I. IV. Tr..	1847	928	908	3683	363	373	687	755	2178	52	87	139	736	1442	2178	3683	139	[illegible]
II. III. Tr.	873	1402	1203	3478	447	400	624	630	2107	211	204	415	847	1260	2107	3478	445	[illegible]
Année...	2720	2310	2111	7161	810	773	1311	1391	4285	233	291	554	1583	2702	4285	7161	[illegible]	[illegible]

TABLE QUARANTE-QUATRIÈME.

Heures du Maximum, §. 145, 157.

[illegible]	Mêmes.	En par. mêmes.	Div.	Somm.	1775.	Mêmes.	En par. mêmes.	Div.	Somm.		Mêmes.	En par. mêmes.	Div.	Somm.		Mêmes.	En par. mêmes.	Div.	Somm.
…	11	11	–	29	Octobre.	8	14	9	31	II. Trim..	21	44	23	90	I. IV. Tr..	35	95	52	182
…	6	15	–	31	Novemb.	8	10	11	29	III. Trim.	19	41	32	92	II. III. Tr.	42	85	55	182
…	5	15	9	30	Decemb.	4	18	9	31	IV. Trim.	20	42	29	91					
					1776.														
…	3	12	16	31	Janvier..	4	18	9	31	I. Trim...	15	55	21	91	Année...	77	180	107	364
…	7	15	9	31	Février..	3	16	10	29										
…	9	14	7	30	Mars....	8	19	4	31										

TABLE QUARANTE-CINQUIÈME.

Comparaiſon des ſortes de Mouvemens de deux Aiguilles, § 146, 159.

1775.	I.			II.			III.			IV.			V.			VI.			VII.						Somm.
	N.° A 4.	A.	4.	A. 4.	A.	4.	A. 4.	A.	4.	A. 4.	A.	4.	A. 4.	A.	4.	A. 4.	A.	4.	A. 4. 1.2.3.	A. 4. 2.3.	A 1.2.3.	A 2.3.	4. 1.2.3.	4. 2.3.	
Avril....	3	6	3	5	2	4	4	3	1	2	2	2						1	5	3			2	1	25
Mai.....	4	3	2	4	4	3	2	2	1	6		3				2	1	1	5	3	7		2		31
Juin.....	5	6	3	3	2	6	2	1	6	2	4	3		2							4	3	3		30
Juillet...	2	3	4	4	7	4	1	4	5	4	5	7					1		8	1	2		5		31
Août....	2	4	1		5	5	4	3	4	6	4	6				1			4	2	4		5		31
Septemb.	4	3		3			5	1	3	7		4				1		1	4	1	4	1	3		30
Octobre.	2	1	2	3	5	5	8	1	6	2	3	3		1		1	1		7	3	3		1		31
Novemb.	5	3	1	3	2	2	6	2	4	3		2				1	1		3	1	4	1	5		30
Décemb.	1	9	4	2		4	2	5	3	1	1	6		4	1	2	2	2	4		3	1	7	2	31
1776.																									
Janvier..	7	7		1	2	1	6	2	5		1	5	1	1	1		1		7	2	2		4	1	31
Février..	3	3		1	1	1	7	2	6	4	2	5		1			1		5		1	1	1		29
Mars...	2	8			3	6	5	4	5	5	2	6		1	1				2	1	2		3		31
I. Trim...	12	15	8	12	8	11	8	7	8	10	6	8		2		2	1	2	10	6	13	3	7	1	90
II. Trim..	8	10	5	7	12	9	10	12	12	17	9	17				2	1	1	16	4	10	1	13		92
III. Trim.	8	13	7	8	7	7	16	8	13	6	4	11		5	1	4	4	2	14	4	10	2	13	2	91
IV. Trim.	14	18		2	6	8	18	8	16	9	5	16		3	2		2		14	3	5	1	8	1	91
I. IV. Tr.	22	33	7	10	13	15	14	16	24	15	9	27	1	8	3	4	6	2	28	7	15	3	21	3	182
II. III. Tr.	20	25	13	19	20	22	18	19	25	27	15	25		2		4	2	3	26	10	23	4	20	1	182
Année...	42	56	20	29	33	37	52	35	49	42	24	52	14	10	3	8	8	5	54	17	38	7	42	4	364

TABLE QUARANTE-SIXIÈME.

Mouvemens diurnes, § 164 & ſuivans.

1775.	I. Mouvement diurne total. N° 4 > A	N° 4 < A	N° 4 = A	1775.	II. Mouvement diurne à l'O. N° 4 > A	N° 4 < A	N° 4 = A	1775.	III. Mouvement diurne à l'Eſt. N° 4 > A	N° 4 < A	N.° 4 = A
Avril....	7 5	18 14	4	Avril....	12 7	13 15	4	Avril....	9 17	19 17	1
Mai.....	22 10	9 14		Mai.....	20 14	8 12	2	Mai.....	16 10	11 12	4
Juin.....	18 7	12 9		Juin.....	15 8	14 7	1	Juin.....	13 9	12 7	3
Juillet...	20 11	9 11	2	Juillet...	23 11½	6 8		Juillet...	23 1½	7 14	1
Août....	8 8	21 8	1	Août....	6 8	21 6	3	Août....	18 9	12 10	1
Septemb.	6 5	24 19		Septemb.	5 3	20 11	2	Septemb.	11 4½	18 19	1
Octob.e.	5 7	25 18	1	Octobre.	9 5	11 11	4	Octobre.	28 4	20 14	2
Novemb.	10 9	15 13	3	Novemb.	13 7	14 9	1	Novemb.	15 11	11 6	2
Decemb.	16 6	13 4	2	Decemb.	7 7	10 4	7	Décemb.	12 4	10 14	4
1776.				1776.				1776.			
Janvier..	19 10	8 5	4	Janvier..	14 9	17 4	3	Janvier..	11 7	17 2	4
Février..	22 13	3 2	2	Février..	12 11	6 3	5	Février..	20 6	6 3	2
Mars....	22 28	6 4	3	Mars....	20 5	4 1	4	Mars....	18 12	10 4	3
II. Trim..	47 14	35 14	4	II. Trim..	47 17	35 15	7	II. Trim..	38 17	42 17	8
III. Trim.	34 11	54 19	3	III. Trim.	34 11½	47 11	5	III. Trim	52 10½	37 19	3
IV. Trim.	31 9	53 18	6	IV. Trim.	29 7	35 19	12	IV. Trim.	35 11	41 14	8
I. Trim...	63 28	17 5	9	I. Trim..	46 11	27 4	12	I. Trim...	52 12	25 4	9
I. IV. Tr..	94 28	70 18	15	I. IV. Tr.	75 11	62 19	24	I. IV. Tr.	87 12	67 14	17
II. III. Tr.	81 14	93 19	7	II. III. Tr.	81 17	82 15	12	II. III. Tr.	90 17	79 19	11
Année...	175 28	163 19	22	Année...	156 17	144 19	36	Année...	177 17	146 1[illegible]	2[illegible]

TABLE QUARANTE-SEPTIÈME.

PREMIÈRE PARTIE, §. 173. SECONDE PARTIE, §. 170. RÉCAPITULATION.

Comparaison des Mouvemens nocturnes.

Grandeur des Mouvemens nocturnes. 1775.	N° 4 > A	N° 4 < A	N° 4 = A	1775. N° A. / N° 4.	Mêmes Mouvemens. Eſt. / Eſt.	O. / O.	nul. / nul.	Somm.	Mouvemens divers. Eſt. / nul.	nul. / Eſt.	O. / nul.	nul. / O.	Somm.	Mouv. oppoſés. Eſt / O.	O. / Eſt.	Somm.	Mouv. divers. N° 4. / Stat.	N° A / Stat.	Somm.	Mêmes.	Oppoſés.	Somm.
Avril....	9 6	17 4	3	Avril....	10	7	1	18	4	4	1	1	10	1		1	5	5	10	18	1	29
Mai.....	16 7	7 5	8	Mai.....	9	6	5	20		7	1		8		3	3	1	7	8	20	3	31
Juin.....	14 8	14 9	2	Juin.....	20	1	1	22	3	2			5	2		2	3	2	5	22	2	29
Juillet...	18 4½	10 27	3	Juillet...	16	1	4	21	2	2		1	5	2	3	5	2	3	5	21	5	31
Août....	14 9½	15 6	2	Août....	5	10	2	17	4	2	2		8	6		6	6	2	8	17	6	31
Septemb.	13 5	13 8	4	Septemb.	3	14	5	19	1	2		2	5	6		6	1	4	5	19	6	[illegible]
Octobre.	21 4	14 14		Octobre.	3	12	4	19		3	6	1	10	2		2	6	4	10	19	2	31
Novemb.	15 9	7 7½	6	Novemb.	2	12	2	16		2		5	7	3	2	5		7	7	16	5	28
Décemb.	14 3	7 3	10	Décemb.	1	16	4	21	1		3	5	9	1		1	3	6	9	21	1	31
1776				1776.																		
Janvier..	15 2	7 2	9	Janvier..	2	15	7	24				4	4	1	2	3		4	4	24	3	31
Février..	15 6	7 1	7	Février..	1	9	6	16	1	2	4	12	12	1		1	5	7	12	16	1	29
Mars....	14 8	5 2	7	Mars....	3	6	6	15	1	3	6	15	15	1	8	1	7	8	15	15	1	31
II. Trim..	39 8	38 9	13	II. Trim..	39	14	7	60	7	13	2	23	23	3	3	6	9	14	23	60	6	89
III. Trim.	45 9½	38 27	9	III. Trim.	24	25	11	57	7	6	2	18	18	14	3	17	9	9	18	57	17	92
IV. Trim.	50 9	28 14	16	IV. Trim.	6	40	10	56	1	5	9	26	26	26	2	18	9	17	26	56	8	90
I. Trim..	44 8	19 2	23	I. Trim..	6	30	19	55	2	5	10	31	31	3	2	5	12	19	31	55	5	91
I. IV. Tr..	94 9	47 14	39	I. IV. Tr..	12	70	29	111	3	10	19	57	57	29	4	33	21	36	57	111	33	181
II. III. Tr.	84 9½	76 27	22	II. III. Tr.	63	39	18	117	14	19	4	41	41	17	6	23	18	23	41	117	24	161

TABLE QUARANTE-HUITIÈME.

Différences des Déclinaisons observées au même moment, §. 176.

1775.	Avril.				Mai.				Juin.				Juillet.				Août.				Septembre.				
	Maximum.		*Minimum.*		*Maximum.*		*Minimum.*		*Maximum.*		*Minimum.*		*Maximum.*		*Minimum.*		*Maximum.*		*Minimum.*		*Maximum.*		*Minimum.*		
	N° A	N° 4.	N.° A	N.° 4	N.° A	N.° 4	N.° A	N° 4	N.° A	N° 4	N° A	N° 4	N° A	N° 4	N° A	N° 4	N.° A	N° 4	N° A	N° 4	N.° A	N° 4	N.° A	N.° 4	
Maxim.	10′	32′	1	27		29′		18′	9½	26′	2	13	29′		7		27′		13	3	22	10′	14	3	*Maxim.*
minimum.	9					16		8	4	4			4				4				2	5½			*minimum*
N° 4 > A		27		22		31				24		22							28			2	22		N.° 4 > A
N° 4 < A	2		1						6		1		31		17		31			1	28			1	N.° 4 < A
N° 4 = A	1	1	7	7							7	7			14	14			2				7	7	N.° 4 = A

	Octobre.				Novembre.				Décembre.				1776. Janvier.				Février.				Mars.				
	Maximum.		*Minimum.*		*Maximum.*		*Minimum.*		*Maximum.*		*Minimum*		*Maximum.*		*Minimum.*		*Maximum.*		*Minimum.*		*Maximum.*		*Minimum.*		
	N.° A	N° 4	N° A	N° 4	N° A	N° 4	N° A	N° 4	N.° A	N° 4	N° A	N° 4	N° A	N° 4	N° A	N° 4	N° A	N.° 4	N.° A	N.° 4	N.° A	N.° 4	N.° A	N.° 4	
Maxim.	21′	9	6	2½′	18′	4′	7	5	10½	10	9	6	23		17		22		18	2	12	33	6	17	*Maxim.*
minimum	3	2			5′				6	3			10		7		7				2	2			*minimum.*
N.° 4 > A				3		1		1		18		12								2		20		18	N.° 4 > A
N° 4 < A	24		15		29		22		13		12		31		31		29		26		12		9		N.° 4 < A
N.° 4 = A			13	13			8	8			7	7							1	1			4	4	N.° 4 = A

	II. Trimestre.				III. Trimestre.				IV. Trimestre.				I. Trimestre.				I & IV Trimestre.				II & III Trimestre.				Années.				
Maxim.	10½	32′	11	18′	29	10	2	3	21	9	9	6	22	33	6	17	22	33	9	17	29	32	2	18	29	33	9	18	*Maxi.*
minimum.	4				2	5½			3	2			2	2			2				2				2				*Mini.*
N.° 4 > A		82		75		2	50			26		16		20		20		40		36		84	50	75		124	50	111	N.° 4 > A
N° 4 < A	8		2		90		17	2	66		49		72		66		138		115		98		19	2	236		124	2	N.° 4 < A
N.° 4 = A	1		14	14			23	21			28	28			5	5			33	33	1		37	35	1		70	68	N° 4 = A
	N.° A	N.° 4	N.° A	N.° 4	N.° A	N.° 4	N° A	N.° 4	N.° A	N.° 4	N.° A	N.° 4	N.° A	N.° 4	N.° A	N.° 4	N.° A	N.° 4	N.° A	N.° 4	N.° A	N.° 4	N.° A	N.° 4	N.° A	N.° 4	N.° A	N.° 4	
	Maximum.		*Minimum*		*Maximum.*		*Minimum.*		*Maximum.*		*Minimum.*		*Maximum.*		*Minimum.*		*Maximum.*		*Minimum.*		*Maximum.*		*Minimum.*		*Maximum.*		*Minimum.*		

TABLE QUARANTE-NEUVIÈME.

PREMIÈRE PARTIE.

Comparaison entre les Mouvemens qui ont eu lieu à Leiden, *&* à Franeker, *en* 1775, Juillet, §. 181.

Comparaison entre l'Aiguille N.° 3, à *Leiden*, & l'Aiguille N.° A, à *Franeker.*

9	I	II	III	IV	V	VI	VII	Immo.	Somm.
I			1	1					2
II	1								1
III	3	4	2	6			1		16
IV	4	[illegible]	4	6		1	1		19
V									
VI									
VII		1	1				1		3
Immo.									
Somm.	8	8	8	11		1	3		41

SECONDE PARTIE.

Comparaison entre l'Aiguille N.° 3 *à* Leiden, *& l'Aiguille* N.° 4, *à* Franeker.

17	I	II	III	IV	V	VI	VII	Immo.	Somm.
I			1	1					2
II		1							1
III		1	6	8			1		16
IV	3	2	3	9		1	1		19
V									
VI									
VII		1		1			1		3
Immo.									
Somm.	3	5	10	19		1	3		41

TABLE CINQUANTIÈME.

PREMIÈRE PARTIE.

Comparaison entre les Mouvemens qui ont eu lieu à la Haye; *& à* Franeker, §. 182.

Comparaison entre l'Aiguille N.° 3 à *la Haye*, & l'Aiguille N.° A, à *Franeker.*

24	I	II	III	IV	V	VI	VII	Immo.	Somm.
I	1	2	3	2		1	2		11
II	2		4	2		2	1		11
III	9	12	13	6	1	1	3	1	46
IV	2	6	5	9	2	3	1		28
V	5					1			6
VI	5	1	3		1	1		1	12
VII	4	2	5	1	1				13
Immo.									
Somm.	28	23	33	20	5	9	7	2	127

SECONDE PARTIE.

Comparaison entre l'Aiguille N.° 3 *à* la Haye, *& l'Aiguille* N.° 4, *à* Franeker.

21	I	II	III	IV	V	VI	VII	Immo.	Somm.
I	2	1	4	3			1		11
II	3		4	3	1				11
III	9	11	12	11		1	2		46
IV	3	9	6	5		3	2		28
V	1		1	2		1	1		6
VI	2	1	5			2	1	1	12
VII	2	2	4	4		1			13
Immo.									
Somm.	22	24	36	28	1	8	7	1	127

TABLE CINQUANTE-UNIÈME.

Comparaison des Mouvemens qui ont eu lieu a Sparendam, *et a* Franeker, *pour l'Aiguille*, N.° A, *en* 1774, §. 183.

Février, Mars, 1774.

[illegible]	I	II	III	IV	V	VI	VIII	VII	Im.	Somm.
I	6.2	6.2	12.5		6.2					31.2
II	6.2			6.2	6.2			6.2		25
III			6.2	6.2						12.5
IV			6.2							6.2
V	12.5	6.2	18.8	6.2	18.8			18.8		81.2
VI	25		12.5							37.5
[illegible]	31.2		18.8	6.2	25			25		106.2
[illegible]										
[illegible]										
[illegible]	[illegible].2	12.5	75	25	56.2			50		300

Avril, Mai, Juin, 1774.

43.5	I	II	III	IV	V	VI	VIII	VII	Im.	Somm.
I	7.9	11.9	3.9		3.9					27.6
II	15.8	3.9	3.9	3.9						27.6
III	7.9	7.9	27.6	7.9				7.9		59.2
IV	7.9	3.9								11.8
V	15.8	3.9		3.9						23.7
VI						3.9				3.9
VIII	59.2	35.6	15.8	23.7	3.9	7.9				146.2
VII										
Immo.										
Somm.	114.6	67.1	51.3	39.5	7.9	11.8		7.9		300

I & IV Trimeſtre, 1774.

56.2	I	II	III	IV	V	VI	VIII	VII	Im.	Som.
I	21.2	16.2	37.5	10	6.2	15				106.2
II	6.2		5	6.2	6.2			6.2		30
III	10		16.2	6.2						32.5
IV			6.2							6.2
V	17.5	11.2	63.8	16.2	18.8	5		43.8		176.2
VI	35		37.5	10						82.5
VIII	36.2	10	53.8	6.2	25	5		30		156.2
VII										
Immo.	5		5							10
Somm.	131.2	32.5	21.5	55	56.2	25		80		600

II & III Trimeſtre, 1774.

56.4	I	II	III	IV	V	VI	8	VII	Im.	Som.
I	7.9	11.9	12.5	8.6	3.9			17.2		61
II	20.1	8.2	12.5	12.5						53.4
III	20.8	12.2	27.6	7.9		4.3		7.9		80.7
IV	7.9	3.9								11.8
V	24.4	12.5	8.6	11.5	4.3			4.3		75.3
VI	12.9	4.3	4.3		4.3	8.2		4.3		38.1
VIII	89.3	78.6	41.6	32.4	8.2	20.8		8.6		276.2
VII			4.3							4.3
Im.										
Som.	183.4	131.6	111.5	82.5	16.5	33.3		42.3		600

Juillet, Août, Septembre, 1774.

[illegible]	I	II	III	IV	V	VI	VIII	VII	Im.	Somm.
I			8.6	8.6				17.2		34.4
II	4.3	4.3	8.6	8.6						25.8
III	12.9	4.3				4.3				21.5
IV										
V	8.6	8.6	8.6	17.2	4.3			4.3		51.6
VI	12.9	4.3	4.3		4.3	4.3		4.3		34.4
VIII	30.1	43	25.8	8.6		12.9		8.6		129
VII			4.3							4.3
Immo.										
Somm.	68.8	64.5	60.2	43	8.6	21.5		34.4		300

Octobre, Novembre, Décembre, 1774.

25	I	II	III	IV	V	VI	VIII	VII	Im.	Somm.
I	15	5	25	10		15			5	75
II			5							5
III	10		10							20
IV										
V	5	5	45	10		5		25		95
VI	10		25	10						45
VIII	5	10	25			5		5		50
VII										
Immo.	5	5								10
Somm.	50	20	140	30		25		30	5	300

Année 1774.

112.6	I	II	III	IV	V	VI	VIII	VII	Im.	Som.
I	29.1	23.1	49.7	18.6	10.1	15		17.2		167.2
II	25.3	8.2	17.5	18.7	6.2			6.2		83.4
III	30.8	12.2	43.8	14.1		4.3		7.9		113.2
IV	7.9	3.9	6.2							18
V	41.9	23.7	72.4	27.7	23.1	5		48.1		251.5
VI	47.9	4.3	41.8	10	4.3	8.2		4.3		120.8
VIII	125.5	88.6	95.4	38.5	33.2	25.8		38.6		431.4
VII			4.3							4.3
Imm.	5		5							
Som.	314.6	164.1	326.5	137.5	71.7	58.3		122.3		1.200

TABLE CINQUANTE-DEUXIÈME.

Comparaison des Mouvemens qui ont eu lieu a Sparendam, *et a* Franeker, *pour l'Aiguille*, N.° A, *en 1775*, §. 183.

Janvier, Février, Mars, 1775.

37.5	I	II	III	IV	V	VI	VIII	VII	Im.	Som.
I	18.8	15	11.2	11.5	7.5	11.3		15		97.5
II	11.2	7.5			3.8			11.2		33.8
III	11.2		3.8	7.5						22.5
IV	3.8		3.8	3.8						11.2
V	3.8	3.8	15	7.5						30
VI	11.2	3.8	7.5	3.8	3.8	3.8				33.8
VIII	15	3.8	18.8	11.2	3.8	7.5		7.5		67.5
VII			3.8							3.8
Immo.										
Somm.	75	33.8	63.7	54.5	18.8	22.5		33.8		300

Avril, Mai, Juin, 1775.

44.3	I	II	III	IV	V	VI	VIII	VII	Im.	Som.
I	23.9			10.2						34.1
II	10.2	10.2	6.8	3.4		3.4		6.8		40.9
III	3.4	3.4		10.2				3.4		20.5
IV		10.2	3.4		3.4	3.4				20.5
V	10.2	13.6	10.2	10.2		3.4		3.4		51.1
VI	17	10.2	6.8					3.4		37.5
VIII	20.5	13.6	17.1	20.5	3.4					71.6
VII	3.4	3.4	3.4					10.2		20.5
Immo.		3.4								3.4
Somm.	85.2	68.2	47.7	54.6	6.8	10.2		27.3		300

I & IV Trimeſtre, 1775.

85.2	I	II	III	IV	V	VI	VIII	VII	Im.	Som.
I	35.9	21.8	21.4	21.5	7.5	14.7		18.4		148.6
II	24.8	14.3	10.2	3.4	10.6	6.8		14.6	3.4	88.4
III	24.8	17.1	14	21.1		6.8			3.4	87.3
IV	3.8		14	3.8		3.4		3.4		21.4
V	10.6	22.4	18.4	10.9	10.2	3.4				74.3
VI	24.8	7.2	21.1	10.6	3.8	7.2		6.8		81.5
VIII	15	7.2	25.6	11.2	3.8	7.5		7.5		77.7
VII	3.4		10.6			3.4				14
Im.			3.4							3.4
Som.	143.4	84.9	135.3	92	35.9	53.2		50.9	6.8	600

II & III Trimeſtre, 1775.

65	I	II	III	IV	V	VI	VIII	VII	Im.	Som.
I	30.6		27	30.2		3.3		3.3		94.1
II	20.2	16.9	16.8	20.4		6.7		10.1		90.9
III	6.7	3.4		17.2				6.7		43.8
IV	3.3	13.5	13.4	3.3	3.4	3.4				40.5
V	13.5	26.9	16.9	16.9		3.4		6.7		81.1
VI	23.7	16.9	10.1	3.3				6.7		60.8
VIII	37.2	43.6	20.4	37.5	3.4	3.3				158.2
VII	13.4	10.1	10.1					10.2		37.1
Im.		3.4	3.3							6.7
Som.	145.2	128.2	117.7	137.9	6.8	20.2		44		600

Juillet, Août, Septembre, 1775.

16.7	I	II	III	IV	V	VI	VIII	VII	Im.	Som.
I	6.7		27	20		3.3		3.3		60
II	10	6.7	10	17		3.3		3.3		50
III	3.3			17				3.3		23.3
IV	3.3	3.3	10	3.3						20
V	3.3	13.3	6.7	6.7				3.3		30
VI	6.7	6.7	3.3	3.3				3.3		23.3
VIII	16.7	30	3.3	17		3.3				66.6
VII	10	6.7	6.7							16.6
Immo.			3.3							3.3
Somm.	60	60	70	33.3		10		16.7		300

Octobre, Novembre, Décembre, 1775.

47.7	I	II	III	IV	V	VI	VIII	VII	Im.	Som.
I	17.1	6.8	10.2	10		3.4		3.4		51.5
II	13.6	6.8	10.2	3.4	6.8	6.8		3.4	3.4	54.6
III	13.6	17.1	10.2	13.6		6.8			3.4	64.8
IV			3.4			3.4		3.4		10.2
V	6.8	13.6	6.8	3.4	10.2	3.4				44.3
VI	13.6	3.4	13.6	6.8		3.4		6.8		47.7
VIII		3.4	6.8							10.2
VII	3.4		6.8			3.4				13.6
Immo.			3.4							3.4
Somm.	68.2	51.1	71.6	37.5	17.1	30.7		17.1	6.8	300

Année 1775.

146.2	I	II	III	IV	V	VI	VIII	VII	Im.	Som.
I	66.5	21.8	48.4	51.7	7.5	18		21.7		242.7
II	45	31.2	27	23.8	10.6	13.6		24.7	3.4	179.3
III	31.5	20.5	14	38.3		6.8		6.7	3.4	131.1
IV	7.1	13.5	27.4	7.1	3.4	6.8		3.4		61.9
V	24.1	49.3	35.3	27.8	10.2	6.8		6.7		155.4
VI	48.5	24.1	31.2	13.9	3.8	7.2		13.5		142.3
VIII	52.2	50.8	46	48.7	7.2	10.8		7.5		215.9
VII	16.6	10.1	20.7			3.4		10.2		51.1
Im.		3.4	6.7							10.1
Som.	288.6	213	25.3	229.9	42.7	73.7		94.9	6.8	1200

OBSERVATIONS SUR LES MARÉES, A LA CÔTE DE FLANDRE,

OU

Recherches sur la hauteur convenable aux Digues, Quais, Écluses, Bâtardeaux, & autres Ouvrages contre la Mer.

Par M. DE FOURCROY DE RAMECOURT,
Brigadier des Armées du Roi, Ingénieur en Chef en Calais.

LA MARÉE extraordinairement haute, du 2 Janvier de cette année, dont j'ai envoyé, à M. *Duhamel du Monceau*, pour l'ACADÉMIE, l'Observation faite à la Côte de Flandre, m'a donné occasion de mettre en ordre plusieurs Notes, que j'avois recueillies, sur les mouvemens ordinaires & extraordinaires de la Mer, le long de cette Côte, & de les comparer à la surface du Pays. Ces Remarques sont en elles-mêmes de peu d'importance; cependant il m'a paru que l'on pouvoit en tirer quelques conséquences utiles à la petite Province où elles ont été faites. Présenté le 31 Mars 1767.

I. *Des points ordinaires où s'élève la pleine-Mer, à Calais, à Gravelines, à Dunkerque & à Ostende.*

1. On a observé, depuis long-temps, les points où parvient la hauteur du flot, dans nos Ports de Flandre: il est fait

mention, dans les Mémoires de l'ACADÉMIE (*Année* 1710, page 318), d'un Journal du Professeur d'Hydrographie de la Marine, à Dunkerque, tenu en 1701 & 1702; mais le point fixe dont il se servoit, pour y attacher la pleine-Mer, ne se trouve lié avec aucun point actuellement connu dans cette Ville.

Les Officiers du Génie, dès le siécle dernier, & jusqu'à présent, ont fait prendre tous les jours la hauteur de la pleine-Mer, aux Écluses de toutes les Places Maritimes; mais je ne crois pas qu'il s'en soit conservé aucun Mémoire de douze ans d'ancienneté. M. le Prince *de Croy*, dont l'ACADÉMIE connoît le goût & le zèle pour les Sciences, m'a fait l'honneur de me dire avoir vérifié, par d'anciens Journaux des Marées, pendant qu'il commandoit à Dunkerque, que, depuis cent ans, la Mer n'y avoit pas varié d'un pouce, dans la hauteur de ses mouvemens périodiques ordinaires, & atteignoit toujours le niveau des mêmes points, lors de son plein: j'ai fait tous mes efforts, sans pouvoir retrouver vestige de ces Journaux: le desir que j'avois de les consulter, s'est donc borné à rassembler quelques suites d'Observations modernes: j'ai tâché de sauver celles-ci du naufrage des temps, en les faisant enrégistrer, & les recommandant de mon mieux à ceux qui nous succéderont, pour les continuer: voici ce que j'en ai pu réunir.

2. J'ai commencé, à Gravelines, un Journal, qui, jusqu'au 31 Décembre 1766, contient une suite des hauteurs de la pleine-Mer, à l'une des deux Marées quotidiennes, relativement à un point fixe, pendant sept années consécutives, avec peu de lacunes.

J'en ai commencé un autre, à Calais, qui contient, jusqu'au même jour, le même détail, tenu à Calais pendant près de onze années.

J'ai de même fait enrégistrer trois années, moins complètes, d'Observations semblables, faites au Fort Mardick,

près de Dunkerque, & cent quatre-vingt Obſervations, faites à Dunkerque même, qui m'ont été communiquées par M. *de Ramſault*, Maréchal-de-Camp, & Directeur des Fortifications de la Flandre : MM. *Poiſſon*, à Dunkerque, & *de Fiennes*, à Gravelines, tous deux Ingénieurs en Chef, y font continuer ces Obſervations, comme je le fais à Calais.

3. Il eſt bon de remarquer que ces Obſervations, quoiqu'elles ne ſoient pas faites avec toutes les précautions qu'y apportoit autrefois M. *Baert* (Acad. *ibid.*), ne laiſſent pas de mériter de la confiance : chacune des Écluſes où elles ſe font, a pour Gardien un ancien Ouvrier ou Matelot intelligent, payé à l'année, & logé par le Roi auprès de ſon Écluſe, pour la manœuvrer jour & nuit, ſelon que la Mer le permet : cet homme met par écrit, chaque jour, la hauteur du flot, meſurée par une échelle ciſelée ſur la maçonnerie de ſon Écluſe, & graduée de ſix en ſix pouces de hauteur. La longue & quotidienne pratique de ces ſortes de gens, les rend exacts à bien eſtimer, d'un coup-d'œil, non-ſeulement la vraie hauteur de l'eau, entre les diviſions de ſix pouces, mais auſſi la déduction convenable pour les vibrations inégales du clapotage, ou de la vague : j'ai ſuivi & vérifié nombre de fois leurs opérations d'eſtime ; j'ai toujours trouvé que je n'euſſe pas mieux fait, en m'y prenant tout autrement : ils inſcrivent auſſi exactement l'aire de vent qui domine au moment de la haute-Mer.

4. J'ai remarqué que les points fixes, auxquels ſe rapportent toutes ces différentes meſures de la pleine-Mer, ſont expoſés, avec le temps, à des mutations, qui peuvent faire perdre la ſuite & la liaiſon des Obſervations futures avec les nôtres : nous ſommes convenus en conſéquence, MM. *Poiſſon*, *de Fiennes*, & moi, d'attacher ſoigneuſement les points fixes dont nous nous ſervons aujourd'hui, à d'autres points, probablement les plus invariables qui ſe trouvent dans les Villes, tels que le ſeuil, ou les baſes des colonnes des

principales Églises; en sorte que, si l'on veut continuer ces Journaux, on aura, dans la suite, un grand nombre d'Observations correspondantes, dans ces trois Villes, dont les Savans pourront nous avoir obligation.

Extrait du Journal de Calais.

Pleine-Mer des vives Eaux, à Calais.

5. Dans le nombre de 265 Observations de sizygies, extraites & choisies du Journal de Calais, il se trouve que la plus grande hauteur du flot, au-dessus du point fixe, sur lequel on les mesure, est exprimée par 17 pieds 6 pouces, & sa moindre hauteur, par 13 pieds 4 pouces: les hauteurs de la pleine-Mer des vives eaux, ont donc, à Calais, une latitude de variations de 50 pouces.

Terme de sa hauteur moy.

6. Sa moyenne hauteur, relativement à ces extrêmes, est donc de 15 pieds 5 pouces au-dessus du point fixe.

Si l'on réduit ensemble toutes les hauteurs additionnées des 265 Observations, on trouve $\frac{4093^{pi.}\ 10^{po.}}{265} = 15^{pi.}\ 5,38^{po.}$

Si l'on remarque qu'il y a eu 39 différentes expressions de toutes ces hauteurs, la vingtième, ou moyenne entre les 38 autres, se trouve celle de 15·5.

Quant à la très-grande pluralité d'environ 10 contre 3 de ces hauteurs, elle se trouve de 14·6 à 16·6; en sorte que la réduction, à cet égard, pourroit être de 15·6: il se trouve même 135 Marées, qui sont montées à 15·6, & au-dessus, contre 130, qui ne sont montées qu'à 15·5, ou au-dessous.

Pleine-Mer des mortes-Eaux, à Calais.

7. Dans le nombre de 267 Observations, choisies des quadratures, la plus grande hauteur du flot a été de 13 pieds 4 pouces au-dessus du point fixe, & la moindre, de 8·0 pieds; d'où il résulte 64 pouces, pour la latitude des variations de hauteur, à la pleine-Mer des mortes-eaux.

8. Sa moyenne hauteur, à cet égard, feroit donc exprimée par 10 pieds 8 pouces; mais, fi l'on fait fomme, comme deffus, des deux cens foixante-fept hauteurs du flot, on trouve $\frac{2916^{pi.}\ 10^{po.}}{267}$ $10^{pi.}\ 11^{po.}$

Sur quarante-neuf différences, qui fe trouvent entre les expreffions de ces hauteurs, la vingt-cinquième, ou moyenne, eft celle de 10·9 pieds.

La pluralité de 10 de ces hauteurs contre 3, fe trouve de 10 à 12 pieds; réduction, 11·0 pieds: il y a eu 148 de ces Marées, qui font montées à 11 pieds, & au-deffus, contre 119 au-deffous; & le flot de 11 pieds, eft revenu 36 fois contre tous les autres 15, 16, ou 17 fois, au plus.

Enfin, fi l'on prend une moyenne entre toutes ces réductions, il viendra $10^{pi.}\ 10,4^{po.}$ Terme de fa hauteur moy.

9. Pour calculer ces réfultats, & les fuivans, je n'ai point extrait de mes Journaux les hauteurs du flot, dont l'élévation extraordinaire doit évidemment être attribuée à des tempêtes & circonftances rares, qui fe rencontrent en quadratures comme en fizygies: j'en ai fait une claffe à part, dont il fera queftion plus bas; j'ai feulement choifi la Marée la plus haute de chaque fizygie, & la plus baffe de chaque quadrature, dans les trois ou quatre premiers jours après chaque phafe de la Lune.

Extrait du Journal de Gravelines.

10. De ce Journal j'ai tiré 175 Obfervations de fizygies, dont la plus grande hauteur eft exprimée par 13 pieds 2 pouc. au-deffus du point fixe de l'Éclufe de Gravelines, & la moindre, par 9·0 pieds; en forte que les hauteurs de la pleine-Mer des vives eaux, ont, à Gravelines comme à Calais (n.° 5), une latitude de variations de 50 pouces. Pleine-Mer des vives Eaux, à Gravelines.

11. La hauteur moyenne de ces vives eaux, difcutée Terme de fa hauteur moy.

comme ci-dessus, pour Calais, se trouve exprimée par 11 pieds 2 pouces.

Pleine-Mer des mortes Eaux, à Gravelines.

12. Dans le nombre de 175 Observations de quadratures, tirées de ce Journal, la plus grande hauteur du flot a été de 9·0 pieds, à cette échelle, & sa moindre, de 4 pieds 5 pouc. ce qui fait seulement 55 pouces de latitude, dans ses variations, au lieu de 64, à Calais (n.° 7).

Terme de sa hauteur moy.

13. L'expression moyenne de ces Observations, discutée de même, se trouve être 6 pieds 10 pouces.

Extrait des Observations faites à Dunkerque.

Pleine-Mer des vives Eaux, au Fort Mardick.

14. Entre les Observations faites au Fort Mardick, il ne s'en trouve à extraire que 76 de sizygies, dont la plus grande hauteur est exprimée par 24 pieds 3 pouces au-dessus du point fixe de l'Écluse, & la moindre, par 19 pieds 8 pouces: les hauteurs de la pleine-Mer, en vives eaux, y ont donc 55 pouces de variations, ou 5 pouces de plus qu'à Gravelines & Calais (n.° 10): sa moyenne hauteur m'a paru devoir être exprimée par 21 pieds 5 pouces.

Pleine-Mer des mortes Eaux, au Fort Mardick.

15. Quand aux Marées des quadratures, leur moindre hauteur, entre 52 Observations seulement, à choisir de ce Journal, a été de 17 pieds; ce qui ne donne que 32 pouces de latitude à leurs variations, & 18 pieds 4 pouces pour expression de leur moyenne élévation à l'Écluse de Mardick. Tout ce Journal est trop court pour en déduire de moyennes aussi probables que par les Journaux précédens.

16. Je n'ai point assez d'Observations faites à Dunkerque même, pour en tirer de conséquences directes sur les points auxquels y parvient le flot: mais, desirant d'y rapporter, le plus exactement qu'il seroit possible, celles faites à l'Écluse de Mardick, qui n'en est pas à 1400 toises, j'ai comparé les 180 Observations suivies que j'ai (n.° 2) de pleine-Mer, à

Dunkerque, avec autant de correſpondantes, ou faites à mêmes jours, à l'Écluſe de Mardick : ces Obſervations, réduites de toutes les façons poſſibles, m'ont donné 4 · 0 pieds, pour la différence de niveau, entre le point fixe de Mardick & celui de Dunkerque : il eſt vrai que les Commiſſaires Anglois, qui réſident à Dunkerque depuis 1762, m'ont dit avoir fait un Nivellement direct, avec d'excellens Inſtrumens, entre l'Écluſe de Mardick & celle de Dunkerque, nommée l'*Écluſe de Bergues*, où l'on obſerve l'élévation du flot, & n'avoir trouvé cette différence que de 46 pouces; mais tous les Officiers du Génie François, qui ont examiné ce rapport, depuis & lors de la reconſtruction de l'Écluſe de Dunkerque, en 1756, le font unanimement de 47 pouces; différence que j'adopte, & moyenne entre les deux premières.

Pleine-Mer des vives Eaux, à Dunkerque.

17. Je crois donc qu'il ne peut pas y avoir grande erreur à ſuppoſer, à Dunkerque, l'élévation moyenne de la pleine-Mer en ſizygies exprimée par 17 pieds 6 pouces, ſur le point fixe de l'*Écluſe de Bergues*; la plus grande, par 20 · 4 pieds; & la moindre, par 15 · 9 pieds (n.° 14).

Pleine-Mer des mortes Eaux, à Dunkerque.

18. On peut même y évaluer l'expreſſion de la plus grande hauteur des mortes eaux, par 15 pieds 3 pouces; la plus baſſe, par 13 · 1 pieds; la moyenne, par 14 · 5 pieds; & les latitudes des variations, à 55 pouces en ſizygies, & 32 pouc. en quadratures (n.os 14, 15).

Extrait d'Informations faites à Oſtende.

19. Je n'ai eu, ſur les mouvemens de la pleine-Mer, dans le Port d'Oſtende, le ſecours d'aucuns Journaux à conſulter; j'y ai ſeulement envoyé un Exprès, bien au fait des queſtions qui m'intéreſſoient, & qui m'en a rapporté les éclairciſſemens vraiſemblables qui ſe trouvent ici.

L'échelle de la principale & nouvelle Écluſe de Slyckens, à l'entrée du Canal de Bruges, près d'Oſtende, eſt diviſée en

pieds des États de la Flandre-Autrichienne, qui en avoient remis un étalon, aux Constructeurs de cette Écluse, vers 1750: j'ai reconnu, par la comparaison de cet étalon, de 3 pieds, avec ma toise du Sieur Langlois, que le pied de ces États doit être le même que celui de Bruxelles, qui est à celui du Châtelet de Paris, dans le rapport de 1219·2 à 1440: il ne se divise qu'en 11 pouces, & le pouce en 8 lignes: les 13 pouces d'Ostende, y faisant un pied deux pouces, m'ont donc paru faire assez exactement 12 pouces de Roi.

Pleine-Mer des vives & mortes Eaux, à Ostende.

Suivant cette mesure d'Ostende & de Bruges, la Marée moyenne des vives eaux monte de 19 à 20 pieds au-dessus du point fixe de l'Écluse de Slyckens; les plus fortes vives eaux, à 23 pieds; les Marées moyennes des mortes eaux, de 16 à 17 pieds; & les plus basses, d'environ 2 pieds de moins.

Variations totales de la pleine-Mer dans les quatre Ports.

20. Si l'on prend, dans ces Journaux, la différence de la plus grande à la moindre élévation de la pleine-Mer, tant en sizygies qu'en quadratures, elle ne se trouve, à Dunkerque & à Ostende, que de 7 pieds 3 pouces (n.os 18, 19), telle à-peu-près que l'avoit trouvée M. *Baert*, en quatorze mois d'Observations, à Dunkerque (Acad. *ibid.* p. 331); au-lieu qu'à Gravelines (n.os 10, 12), cette différence est de 8 pieds 9 pouces, & à Calais, de 9 pieds 6 pouces (n.os 5, 7).

II. *Des points où parviennent quelques Marées extraordinaires, à la Côte de Flandre.*

21. Je n'eus pas séjourné long-temps à la Côte de Flandre, où je suis depuis quatre ans, sans avoir appris que la Mer s'y élève quelquefois au-dessus des plus hauts points de tous mes Journaux. J'avois vu, dans l'*Architect. Hydraul.* (II. Part. *Tome I*, n.° 106), qu'en 1720, une Marée très-élevée avoit détruit le Bâtardeau, par lequel les Anglois, en 1713, avoient barré le port de Dunkerque. (Suivant tous les Témoins, encore vivans, cette Marée arriva le 31 Décembre, & non le 30). Je fus informé, qu'en 1736 & 1737, plusieurs Marées avoient

avoient surmonté & brisé des portions de Digues, entre Dunkerque & Calais, & inondé beaucoup de terres; qu'en 1750, une Marée avoit élevé ses eaux au point que, par un accident, elles avoient inondé les rues basses de Gravelines: j'y fus témoin, le 2 Décembre 1763, qu'en quadratures, il survient quelquefois des Marées, dont le flot surpasse la plus grande hauteur de toutes les vives eaux: je fis, à cette occasion, toutes les recherches qui me furent possibles, entre les anciens Habitans de la Côte, ainsi que dans les Registres publics des villes voisines, & Procès-verbaux concernant les submersions des granges & récoltes; puis, par des nivellemens étendus & réitérés, je parvins à déterminer, avec beaucoup de probabilité, les élévations de ces anciennes Marées, relativement aux points fixes des échelles d'Écluses les plus voisines de mes repaires. Il sembleroit que ces époques, funestes au Pays, devroient y conserver, en traits ineffaçables, les points auxquels parvint alors la surface de la Mer: mais il en est tout autrement; on ne s'y ressouvient que très-confusément de ces Marées mémorables. Voici le résultat de tout ce que j'ai pu retrouver sur ces événemens.

22. .... Pleine-Mer de quelques Marées extraordinaires.

Epoques des Marées.	Villes.	Points des Echelles qu'elles ont atteints.	
Le 31 Décembre 1720..	Dunkerque............	22 pieds.	3 pouc.
Le 27 Février 1736, & en 1737.......	Gravelines.............	15	5
Le 11 Mars 1750....	Gravelines.............	14	5
	Ostende...............	24	6
Le 2 Décembre 1763	Calais.................	17	2
	Gravelines.............	14	2
	Dunkerque.............	22	
	Ostende...............	25	
Le 2 Janvier 1767 ...	Calais.................	18	8
	Gravelines.............	15	10
	Dunkerque............	22	6
	Ostende...............	27	

23. Suivant cet État, il se trouve que la pleine-Mer du 2 Janvier de cette année, est la plus haute dont on ait

connoiſſannce à la Côte de Flandre ; qu'à Dunkerque, elle a ſurpaſſé la hauteur réduite des vives eaux de 60 pouces (n.° 7) ; & à Oſtende, de 76 pouces. C'eſt une petite correction à faire à l'Obſervation de cette Marée, envoyée à M. *Duhamel*. On voit auſſi, par cet État, que les Marées extraordinaires, de 1763 & de 1750, ſe ſont de même élevées au-deſſus des points réduits des vives-eaux, plus haut vers Oſtende que vers Calais & Gravelines.

III. *De la comparaiſon entre ces Obſervations, & de la hauteur totale des Marées, à la Côte de Flandre.*

24. Dès que j'eus apperçu les Marées extraordinaires connues s'être élevées davantage au nord-eſt du Détroit, que vers le Pas-de-Calais, je cherchai les moyens de connoître la quantité de cette différence : il me parut auſſi ne pas être indifférent pour le Pays, de conſidérer le rapport qui ſe rencontre entre ſa ſurface & ces hauteurs, tant ordinaires que rares, de la pleine-Mer ; comparaiſon dont les Habitans ne paroiſſent pas s'être beaucoup occupés. On peut regarder la Flandre Maritime comme un pays, ſelon toute apparence, conquis ſur la Mer ; mais non par l'induſtrie de ces hommes laborieux de la Hollande, qui ne manquent pas de repouſſer & de contenir la Mer, par des Digues énormes, dès qu'ils jugent pouvoir tirer quelque parti d'un terrain, qu'ils l'auront forcée d'abandonner.

Intérêt du Pays à cette comparaiſon.

Il y a lieu de croire que la Baſſe-Flandre s'eſt naturellement ſéparée du lit de la Mer, par un banc de ſable, qui s'eſt formé de lui-même, & recouvert de dunes, depuis le Pas-de-Calais, juſqu'à l'embouchure de l'Eſcaut, & que les anciens Flamans ont ſeulement fait écouler à la Mer, les eaux qu'elle avoit laiſſées en arrière de ce long banc. Cette conjecture, que le local préſente, ſe trouve appuyée ſur ce que l'art de conſtruire les Digues, n'eſt point connu dans notre Flandre Françoiſe ; on n'y en voit que de mal faites vers

l'embouchure de la Rivière d'Aa, près de Gravelines; & du reste, seulement quelques morceaux substitués, en différens temps, à des dunes, ou parties du banc de sable, que des accidens avoient endommagées. La protection naturelle de ce banc de sable, sur les terres du pays, semble y avoir aussi fait oublier, qu'il n'y auroit plus de Flandre Maritime, si les eaux de la Mer y avoient leur libre cours, ou qu'elle seroit réduite alors à une vaste plage, tantôt absolument submergée, & tantôt, en partie, seche: les Digues y sont généralement fort négligées, & la plupart trop basses: toute l'attention des Habitans s'est portée à se débarrasser des eaux douces, qui peuvent incommoder quelques Paroisses: chacun, de tout temps, a recherché, pour cet effet, la pente des terres à la basse-Mer, par divers nivellemens, qui donneroient assez bien tout le relief du pays, si l'on parvenoit à les lier ensemble d'une façon satisfaisante.

25. Mais, quelques recherches que j'aie faites pour apprendre comment on avoit fixé le niveau de la basse-Mer sur toute la Côte, je n'ai rien découvert que plusieurs contradictions à cet égard, entre les différens Auteurs de ces nivellemens. Toute la Côte, & les Ports de Flandre, assechent, & découvrent fort au loin, à Marée basse, excepté le Port d'Ostende, qui n'est pas à la France: il n'a donc pas pu être facile de rassembler, dans nos Ports, des suites d'Observations de basse-Mer, comme nos Journaux en contiennent de pleine-Mer: il ne paroît pas non plus que l'on se soit jamais servi de ce moyen: il y a beaucoup d'apparence qu'ayant plutôt à-peu-près évalué le point réduit, où s'élèvent les vives eaux dans chaque Port, & ayant supposé, par ces points, un plan de niveau, on a encore supposé connue la hauteur totale de la Marée, & regardé le plan de la basse-Mer, comme parallèle à celui de la pleine-Mer.

Le niveau de la basse-Mer mal déterminé en Flandre.

26. On voit, dans les Tables de l'Établissement des Ports & Côtes de l'Europe, que la Mer monte de 18 pieds, à la

Côte, depuis le Pas-de-Calais, jusqu'à l'embouchure de l'Escaut. Cependant M. *Le Cloustier*, Officier du Génie, & de l'Académie Royale de la Marine, qui avoit beaucoup travaillé sur les Eaux & Canaux de la Flandre, suppose, par ses profils, la Marée de 17 pieds de hauteur totale, depuis Calais jusqu'à Ostende: ainsi, la ligne de la basse-Mer, qu'il faisoit de niveau, passoit, selon lui, à 17 pieds au-dessous des points réduits, de pleine-Mer, en sizygies, à nos différentes Écluses; au-lieu qu'elle en passeroit à 18 pieds, selon les Tables d'Établissement.

27. Il est impossible en effet de connoître le rapport de hauteur, entre le point fixe de l'échelle d'Ostende, & celui de l'échelle de Calais, de joindre les différens nivellemens du pays, & de comparer les Observations des Marées, dans nos Ports, sans le secours de quelque plan de niveau général, qui s'étende de Calais à Ostende: or ce seroit un nivellement de 45000 toises, que je ne sache pas avoir jamais été fait ni directement ni totalement. Ce furent sans doute les difficultés, & la longueur de cette opération, qui engagèrent les Topographes, ou Ortbographes du pays à emprunter le plan de la basse-mer, pour y rapporter le relief de toutes les terres dont ils cherchoient l'écoulement; mais ils le firent vraisemblablement sans discuter aucune de toutes les hypothèses réunies dans le choix de ce plan. La hauteur totale de la Marée est-elle bien déterminée, à la Côte de Flandre? Les points auxquels parvient la pleine-Mer des vives eaux, dans nos différens Ports, sont-ils entr'eux de niveau? Ceux de la basse-Mer forment-ils entr'eux un plan parallèle à celui de la pleine-Mer? De ces questions résolues dépend cependant la précision de tous les rapports donnés en pieds & pouces, par les nivellemens du pays, entre sa surface & le niveau de la basse-Mer. Je ne prétends pas, à beaucoup près, dissiper tous ces doutes; je me suis contenté de chercher s'il n'y avoit aucun moyen de les diminuer.

28. J'ai eu connoissance, à cet égard, d'une Information, qui fut faite à Calais, vers 1730, sur la force des Bâtimens qui peuvent habituellement naviger dans ce Port: j'ai trouvé note, qu'il fut pris alors, par ordre du Ministre de la Marine, & pendant deux années de suite, des sondes en vives eaux, sur un point fixe, à quelque distance avant l'entrée du chenal; & que le point réduit de la basse-Mer des vives eaux, se trouva exactement de 3 pieds plus bas que le point fixe, sur lequel on mesure, de tout temps, à Calais, la hauteur du flot (n.os 5, 6). Un ancien Navigateur, Éclusier dans ce Port, qui avoit travaillé à ces sondes, sous les Officiers de la Marine du Roi, m'a confirmé ce fait: il en faudroit conclure, que la Marée réduite des vives eaux, seroit, à Calais, de 18 pieds 5 pouces (n.° 6) de hauteur totale: j'ai appris d'ailleurs qu'à Douvres on fait cette Marée de 19 pieds 9 pouces Anglois, ou 18pi. 6po. 6, 2li. de Paris; par conséquent on pourroit, ou la supposer, à Calais, de 18 pieds 6 pouces, en adoptant la réduction de la fin du n.° 6, ou supposer que cette Marée, montant de 18 pieds $6\frac{1}{2}$ pouces, entre Douvres & le Cap-Grisnez, au plus étroit de la Manche, monte d'environ $1\frac{1}{2}$ pouce de moins à Calais; c'est-à-dire, de 18 pieds 5 pouces.

Hauteurs totales de la Marée.

À Calais.

29. Tous les Navigateurs & Pilotes Côtiers, Praticiens du Port de Dunkerque, & tous les Officiers du Génie, qui y ont conduit des travaux de Mer, sont unanimes à y faire cette Marée de 17 pieds 6 pouces, au plus.

A Dunkerque.

30. Pour savoir à quoi m'en rapporter sur le Port d'Ostende, M. *Morel*, Conseiller de la Chambre du Commerce, à Dunkerque, a bien voulu réunir, à ma prière, l'Hydrographe du Roi, les Pilotes Côtiers, & plusieurs Maîtres de Bâtimens Hollandois, qui font continuellement la Navigation de cette Côte: ils se sont tous accordés à m'assurer, qu'en vives eaux ordinaires, il n'y a aucune différence remarquable, dans la hauteur de la Marée, à Dunkerque, à Ostende, &

A Ostende.

à Flessingues, & qu'on l'évalue la même jusqu'au Texel; qu'ils connoissent bien l'augmentation d'environ un pied vers Calais; mais qu'ils n'admettent pas la différence que je leur citois, d'après les Tables d'Établissement, pour les Embouchures de l'Escaut & de la Meuse. Les Tables portent, qu'*aux embouchures de l'Escaut & de Meuse, la Mer monte de 20 pieds.* Ces Marins prétendent que c'est une faute.

Aux Embouchures de l'Escaut & de la Meuse.

Défauts de quelques opérations tendantes à connoître ces hauteurs.

31. Il ne sera peut-être pas inutile, pour le pays, d'examiner ici pourquoi plusieurs Curieux, en différens temps, ont essayé, sans succès, de reconnoître, par eux-mêmes, cette hauteur totale des Marées, dans nos Ports de Flandre: tous ceux dont j'ai vu les opérations, avoient mesuré de combien la Mer s'abaissoit au-dessous du flot, dont ils avoient auparavant repairé l'élévation: ils n'avoient pas pris garde, que si la Mer étoit supposée tranquille à son niveau réduit, & qu'il survînt tout-à-coup une attraction, qui la fit s'élever sur l'Équateur, la Mer, à Dunkerque, commenceroit certainement par s'abaisser au-dessous de son niveau réduit, pour fournir & remplacer, de proche en proche, vers le Sud-Ouest, les eaux qui se seroient avancées & accumulées vers l'Équateur; qu'ensuite leur balancement, ou retour, les éleveroit, à Dunkerque, au-dessus de ce même niveau réduit à proportion, & d'autant plus haut, qu'elles se seroient abaissées plus bas dans leur première oscillation; que l'amplitude totale de ce mouvement, est composée des deux oscillations de la Mer, au-dessus & au-dessous de son niveau réduit; que par conséquent la hauteur totale de cette Marée, doit se mesurer depuis le bas du premier abaissement de la Mer, jusqu'au sommet du flot complet, ou de *la Mer Étale:* si, pendant les douze heures, ou environ, que dure ce mouvement d'une Marée, l'attraction augmente ou diminue, sur l'Équateur, les eaux s'y éléveront, la seconde fois, plus ou moins haut qu'elles ne l'auront fait douze heures auparavant; elles s'abaisseront donc aussi plus au moins, au second

jusan, à Dunkerque; mais ce deuxième abaissement doit être regardé comme la première vibration de la seconde Marée: si quelqu'un mesuroit à quelle distance la basse-Mer se trouve alors du point de la pleine-Mer précédente, il ne connoîtroit, par cette mesure, la hauteur totale, ni de la première Marée, ni de la seconde; il ne peut en résulter que l'incertitude, dont j'ai vu quelques-uns de ces Observateurs fort surpris: les Pêcheurs, au contraire, m'ont quelquefois averti d'une grande-hauteur, pour la pleine-Mer prochaine, parce qu'ils avoient remarqué le jusan descendre plus bas qu'à l'ordinaire: d'ailleurs on ne pourroit rien conclure, quant aux questions dont il s'agit ici, par la connoissance du mouvement total d'une seule, ou de quelques Marées, même en temps le plus calme; il en faudroit de longues suites, comme je l'ai dit (n.° 25).

32. Il me semble donc que, sur la hauteur totale de la Marée, nous ne pouvons mieux faire que de nous en rapporter à l'expérience des Gens de Mer, qui pratiquent journellement la Côte de Flandre: il est vrai que ce fait supposé constaté, ne nous apprend pas de combien la Marée s'élève au-dessus du niveau réduit de la Mer, par rapport à la quantité dont elle s'en étoit éloignée, par le jusan, ni quelle peut être l'inclinaison du plan réduit de la basse-Mer. C'est le cas d'avoir recours aux hypothèses & à la théorie, puisque nous n'avons aucunes Observations qui puissent éclaircir ces autres points de Physique générale.

Sur ces principes, j'ai tâché de me former une idée des mouvemens de la pleine-Mer, le long de notre Côte de Flandre, & de faire quelqu'usage provisionnel de mes Journaux, comme il suit.

IV. *Essai d'un profil des Variations de la pleine-Mer, comparées à la surface des Terres de la Flandre Maritime.*

33. Pour rendre sensible aux yeux l'intérêt que la Flandre Maritime doit prendre à la hauteur de la pleine Mer, & pouvoir en conclure la hauteur convenable à toutes les Digues de cette Province, j'ai voulu représenter ces objets sur un profil; je lui ai donné, pour base, une ligne AB, qui represente le niveau réduit de la Mer, ou le plan entre la pleine & la basse-Mer réduites des vives-eaux, que formeroit, suivant la théorie, la surface de la Mer, si elle pouvoit être destituée de tout mouvement (*Connoissance des Mouvemens Célestes*, Année 1764, *p.* 213): sur cette ligne, j'ai élevé quatre perpendiculaires; savoir, la première, *c*C, au Sud-Ouest, établie sur l'Écluse de Calais; la seconde, *g*G, a environ 10000 toises, au Nord-Est sur l'Écluse de Gravelines; la troisième, *d*D, a 9300 toises, sur l'Ecluse de Dunkerque; & la quatrième, *o*O, a environ 23000 toises, sur l'Ecluse de Slyckens, près d'Ostende: j'ai divisé ces quatre perpendiculaires également en pieds & pouces, au-dessus & au-dessous de la base, AB, du profil.

Base du profil.

Échelle des longueurs.

Échelle des hauteurs.

34. Si l'on suppose, comme ci-devant, les Marées moyennes, de sizygies de 18 pieds 5 pouces, de hauteur totale, à Calais (n.° 28), & de 17 pieds 6 pouces, à Dunkerque (n.° 29), on peut en conclure qu'elles s'élèvent, à Calais, de 2 pieds 3 p. 4 l. au-dessus du niveau réduit de la Mer, & à Dunkerque, de 11 pieds 8 pouces. Ces deux points, marqués C & D, sur les perpendiculaires de Calais & de Dunkerque, m'ont donné le profil moyen, CD, de la surface de la pleine-Mer, en sizygies, par Calais, Gravelines & Dunkerque, en supposant la pleine Mer, à Gravelines, en G, sur la ligne de pente de Calais à Dunkerque: si l'on fait aussi ces Marées de 17 pieds 6 pouces, à Ostende (n.° 30), leur surface doit s'y élever de 11 pieds 8 pouces, en O, au-dessus du niveau

Attachement de la pleine Mer, réduite des vives eaux.

réduit

réduit de la Mer, AB: ainsi, le profil moyen total de la pleine-Mer, CO, des sizygies, décriroit une pente de 7 à 8 pouces de Calais sur Dunkerque, & se soutiendroit de niveau depuis Dunkerque jusqu'à Ostende; le tout sans égard aux heures de la pleine-Mer, dans ces différens Ports.

35. Ces quatre points, CGDO, m'ont donné ceux des échelles de chaque Port, qui expriment la réduction moyenne des vives-eaux; savoir, le point C, le nombre 15 · 5 de l'échelle de Calais (n.° 6); le point G, le nombre 11 · 2 de l'échelle de Gravelines (n.° 11); le point D, le nombre 17 · 6 de l'échelle de Dunkerque (n.° 17); & le point O, le nombre $19\frac{1}{2}$ de l'échelle d'Ostende (n.° 19): j'ai donc, en partant de chacun de ces nombres, tracé & divisé, parallélement aux perpendiculaires (n.° 33), les quatre échelles, servant aux Observations de pleine-Mer, dans chacun de ces Ports; ce qui m'a donné le point fixe, ou le zéro, de l'échelle de Calais, à 3 pieds 1 p. 8 l. au-dessous du niveau réduit de la Mer, AB; le zéro de l'échelle de Gravelines, à 9 pouces 6 · 4 lignes au-dessus de ce même niveau; celui de l'échelle de Dunkerque, à 5 pieds 10 pouces au-dessous; & celui de l'échelle d'Ostende, réduction faite au pied de Roi, à 4 pieds 10 p. de notre mesure, au-dessous de ce niveau réduit. Attachement des Échelles de chaque Port.

36. Suivant les Journaux, les variations de la pleine-Mer, tant en sizygies qu'en quadratures, sont différentes à Calais, à Gravelines & à Dunkerque (n.os 10, 12, 18); je les ai portées, sur les échelles de chaque Port, au-dessus & au-dessous des vives & mortes eaux moyennes; ce qui donne une petite pente sur Gravelines, tant de Dunkerque que de Calais, à la ligne des plus grandes vives eaux ordinaires; & une pente assez sensible & irrégulière, à la ligne de pleine-Mer des moindres mortes-eaux de Dunkerque sur Calais. Attachement des Variations de la pleine-Mer.

37. A Ostende, il paroît que toutes les Marées ordinaires, tant des mortes que des vives-eaux, se comportent assez uniformément, comme à Dunkerque.

Attachement des Marées extraordinaires.

38. J'ai placé ensuite, sur ces échelles, toutes les Marées extraordinaires (n.° 22), dont j'ai pu reconnoître des repaires certains, ou suffisamment probables; ce qui, dans tous les cas, m'a donné une pente constante du Nord-Est au Sud-Ouest, & telle que la Marée du 2 Décembre 1763, qui fut extraordinaire, & très-remarquable, tant à Gravelines qu'à Dunkerque, & à Ostende, ne fit pas de sensation à Calais, parce qu'elle n'y atteignit pas même la hauteur des plus grandes Marées des vives-eaux: c'est peut-être l'une des raisons pour lesquelles je n'ai pu rien découvrir, à Calais, sur les hauteurs de quelques-unes de ces anciennes Marées, retrouvées dans les environs de Gravelines.

On voit que ce profil représente toutes ces hauteurs de la pleine-Mer, comme si le coup de pleine-Mer étoit instantané sur toute cette étendue de dix-huit lieues de Côte; mais on sait que sa progression successive, rend les pentes de la surface de la Mer toutes différentes, en les considérant telles qu'elles sont dans chaque moment donné.

39. Il est reconnu, par expérience, que les grandes Marées de cette Côte, &, sans exception, toutes les Marées extraordinaires, sont toujours accompagnées de vents, ou du N. ou de N. N. O. ou de N. O. de même que les vents opposés, donnent toujours les plus petites Marées, dans le Port de Calais: or il est évident, par la Carte des Mers du Nord, que ces aires de vent, du N. au N. O. doivent refouler sur Ostende l'abondance des eaux, que cette large Mer reçoit du flot, par l'espace de cent cinquante lieues, d'entre l'Écosse & l'Islande, tandis que la Manche, & le Pas-de-Calais, en sont abrités par la Grande-Bretagne: il n'est donc pas étonnant que toutes ces grandes Marées soient de moins en moins sensibles, à la Côte de France, à mesure que l'on s'éloigne d'Ostende, sous le vent, vers le Sud-Ouest.

40. Rien ne me paroît non plus nous empêcher de croire que le rétrécissement du Pas-de-Calais, & le gissement des

Côtes de l'Angleterre & de la Flandre, au Nord-Eſt du Détroit, ne ſoient la véritable cauſe des différences conſtantes, qui ſe trouvent entre les variations de la pleine-Mer ordinaire, à Calais & à Dunkerque: le flot des ſizygies doit fournir, au Détroit, un courant plus rapide, & y élever ſes eaux plus que celui des quadratures, à proportion de ce qui ſe paſſe dans le Nord de l'Écoſſe, où elles ne ſont jamais gênées, en aucun temps, par les terres; par conſéquent le point où les eaux du Pas-de-Calais font équilibre, dans le Nord-Oueſt, avec celles qui ſont paſſées par le Nord de l'Écoſſe, doit être, à proportion, plus ou moins éloigné du Détroit.

41. J'ai rapporté, ſur ce profil, le niveau des plus hautes, & des plus baſſes terres de la Flandre Maritime Françoiſe, & du Calaiſis, relativement aux points fixes des Écluſes les plus voiſines de chaque canton: j'ai pris ces attachemens ſur des nivellemens, faits pluſieurs fois avec ſoin, & généralement adoptés dans la Province: ce ſont ces rapports des terres à la ſurface de la Mer, qui doivent démontrer aux moins clairvoyans, la poſſibilité de la ſubmerſion totale (n.° 24) de cet excellent pays, dont j'évalue la Partie Françoiſe à 100,000 arpens: les plus hauts points de cette plaine, atteignent à peine, & dans les ſeuls environs de Bourbourg, la ſurface des grandes Marées de ſizygies d'entre Gravelines & Dunkerque.

Attachement des Terres de la Flandre Maritime.

Ce qui ne mérite pas moins d'attention, ce ſont les terres du Furnemback, de toute la Châtellenie de Bergues, & du fond des Moëres, peut-être des meilleures qu'il y ait dans toute la France, & qui ſe trouvent depuis 13 pouc. juſqu'à près de 9 pieds, inférieures à la ſurface de la moins haute pleine-Mer des quadratures, priſe dans leur voiſinage. Quand on conſidère que les ſept à huit mille arpens du Lac des Moëres ne ſont peut-être pas, chaque jour, pendant quatre heures réduites au-deſſus de la ſurface actuelle de la Mer; mais ſouvent de 15 à 16 pieds au-deſſous, & juſqu'à plus de 18, on ne peut refuſer ſes vœux aux pénibles & longs travaux des hommes, qui ſe ſont obſtinés à les deſſécher, pour les mettre en culture.

Attachement du sommet convenable aux Digues.

42. J'ai encore figuré, sur ce Tableau, les hauteurs que l'expérience paroît nous conseiller, comme les plus convenables à donner au sommet de toutes les Digues, Écluses, Bâtardeaux, ou autres Ouvrages destinés à mettre les terres en sûreté, contre les irruptions de la Mer, objet principal de ce Mémoire. On trouve, sur notre Côte Françoise, quantité de fautes, anciennement commises, contre l'induction que je tire ici de ce profil; l'expérience l'a démontré à toutes les Marées extraordinaires: je pense donc que ces Ouvrages ne doivent pas être de moins de 15 à 18 pouces supérieurs au niveau de la plus haute Marée connue dans chaque canton; & cela pour les environs des Places de Guerre, où les Digues trop élevées, ont des inconvéniens, par rapport à la défense de ces Places: hors la portée de leur canon, à 500 toises de leurs palissades, je crois qu'il convient d'élever toutes les Digues, de 30 à 36 pouces plus haut que cette même Marée, attendu que leur entretien y est ordinairement encore beaucoup plus négligé, que dans le voisinage des villes, & les secours plus éloignés, en cas d'accident: il sembleroit donc, par les Observations de ce Mémoire, que le sommet des Digues devroit aller en s'élevant de 30 pouces, depuis le Pas-de-Calais, suivant le gissement de la Côte, jusqu'à Ostende.

Attachement du niveau probable de la basse-Mer.

43. Il résulteroit enfin de ce profil, que si les Marées, en temps calme, ou sans le concours des vents, s'élèvent, suivant la théorie de l'attraction, deux fois autant au-dessus du niveau naturel de la Mer, AB, que ses eaux s'abaissent ensuite au-dessous de ce même niveau (n.° 33), le plan réduit de la basse-Mer, n'est pas un plan plus de niveau, le long de la Côte de Flandre, que celui de la pleine-Mer; il doit avoir la même pente, du Nord-Est au Sud-Ouest, qu'a le premier en sens contraire: il devroit donc être exprimé, sur le profil, par la ligne *cgdO*, plus élevée de cinq à six pouces vers Dunkerque, qu'à Calais.

TABLE

DES POINTS EXPRIMÉS SUR LE PROFIL.

Nota. Pour éviter la confusion sur le Profil, on y a omis plusieurs des points qui se trouvent sur cette Table.

	Rapport des points avec le niveau réduit de la Mer.			Rapport des points avec les divisions de l'Echelle de Calais.			*Points déterminés à Calais, & aux environs.*
	Pieds.	*Pouc.*	*Lign.*	*Pieds.*	*Pouc.*	*Lign.*	
Au-dessus.	20	10	4	24	″	″	Niveau le plus haut des Rues.
	18	″	4	21	2	″	Sommet convenable aux Digues du Calaisis (n.° 42).
	17	10	4	21	″	″	Niveau réduit des Rues.
	16	9	4	19	11	″	Sommet convenable aux Digues, sous Calais.
	15	7	4	18	9	″	Seuil du Portail d'Ouest de la Paroisse Notre-Dame* (n.° 4).
	15	6	4	18	8	″	Pleine-Mer du 2 Janvier 1767 (n.° 22).
	14	10	4	18	″	″	Niveau le plus bas des Rues.
	14	4	4	17	6	″	Pleine-Mer, la plus haute des ○ (n.° 5).
	14	″	4	17	2	″	Pleine-Mer du 2 Décembre 1763, en □.
	12	3	4	15	5	″	Pleine-Mer moyenne des ○.
	10	6	4	13	8	″	Niveau des plus hautes Terres du Bas-Calaisis.
	10	2	4	13	4	″	Pleine-Mer, la moins haute des ○, & la plus haute des □.
	7	8	4	10	10	″	Pleine-Mer moyenne des □.
	5	1	4	8	3	″	Niveau des plus basses Terres du Calaisis.
	4	10	4	8	″	″	Pleine-Mer, la moins haute des □.
	3	″	10	6	2	6	Niveau de l'eau ordinaire, dans les Puits de Calais.
				3	1	8	Niveau réduit de la Mer.
Au-dessous.	3	1	8	″	″	″	Point fixe de l'Échelle de Calais, à l'Écluse nommée *de la Citadelle.*
	6	1	8	3	″	″	Niveau probable de la basse-Mer moyenne des ○.

* Ce point a été pris au pied du socle, à gauche, en entrant.

TABLE

DES POINTS EXPRIMÉS SUR LE PROFIL.

	Rapport des points avec le niveau réduit de la Mer.			Rapport des points avec les divisions de l'Ech. de Gravelines.			*Points déterminés à Gravelines, & aux environs.*
	Pieds.	*Pouc.*	*Lign.*	*Pieds.*	*Pouc.*	*Lign.*	
Au-dessus.	27	″	3,4	26	2	9	Niveau, le plus haut des Rues.
	20	5	3,4	19	7	9	Repaire, marqué sur le socle, autour de la Citerne Royale, à l'angle du Nord-Ouest, près le Puisard * (n.° 4).
	20	″	3,4	19	2	9	Niveau réduit des Rues.
	19	1	6,4	18	4	″	Sommet convenable aux Digues, dans la Plaine.
	17	10	6,4	17	1	″	Sommet convenable aux Digues, sous Gravelines.
	16	7	6,4	15	10	″	Pleine-Mer du 2 Janvier 1767.
	16	2	6,4	15	5	″	Pleine-Mer probable du 27 Février 1736, & en 1737.
	15	2	6,4	14	5	″	Pleine-Mer du 11 Mars 1750.
	14	11	6,4	14	2	″	Pleine-Mer du 2 Décembre 1763, en □.
	14	3	6,4	13	6	″	Niveau des plus hautes Terres, vers Bourbourg.
	13	11	6,4	13	2	″	Pleine-Mer, la plus haute des ○.
	13	″	3,4	12	2	9	Niveau, le plus bas des Rues.
	11	11	6,4	11	2	″	Pleine-Mer moyenne des ○; & surface des Terres, près de Gravelines.
	9	9	6,4	9	″	″	Pleine-Mer, la moins haute des ○, & la plus haute des □.
	8	9	6,4	8	″	″	Niveau des plus basses Terres, près de la Rivière d'Aa.
	7	7	6,4	6	10	″	Pleine-Mer moyenne des □.
	5	2	6,4	4	5	″	Pleine-Mer, la moins haute des □.
	8	9	6,4	″	″	″	Point fixe de l'Échelle de Gravelines, à l'Écluse de la Rivière d'Aa.
					9	6,4	Niveau réduit de la Mer.
Au-dessous.	5	11	9,2	5	3	6,8	Niveau probable de la basse-Mer moyenne des ○.

* Ce point est le dessus du socle même.

TABLE

DES POINTS EXPRIMÉS SUR LE PROFIL.

	Rapport des points avec le niveau réduit de la Mer. Pieds.	Pouces.	Rapport des points avec les divisions de l'Ech. de Dunkerque. Pieds.	Pouces.	*Points déterminés à Dunkerque, & aux environs.*
Au-dessus.	24	10	30	8	Repaire, marqué sur le socle, dans le Portail de la Paroisse, au Sud * (n.° 4).
	22	1	27	11	Niveau du milieu de la Place d'Armes.
	20	4	26	2	Niveau réduit des Rues.
	19	1	25	«	Sommet convenable aux Digues, dans la Plaine.
	17	11	23	9	Sommet convenable aux Digues, sous Dunkerque.
	16	8	22	6	Pleine-Mer du 2 Janvier 1767.
	16	5	22	3	Pleine-Mer probable du 31 Décembre 1720.
	16	2	22	«	Pleine-Mer du 2 Décembre 1763, en □.
	14	6	20	4	Pleine-Mer, la plus haute des ○.
	11	8	17	6	Pleine-Mer moyenne des ○.
	11	2	17	«	Niveau des plus hautes Terres, vers Dunkerque.
	9	11	15	9	Pleine-Mer, la moins haute des ○, & la plus haute des □.
	8	7	14	5	Pleine-Mer moyenne des □.
	7	3	13	1	Pleine-Mer, la moins haute des □.
	6	2	12	«	Niveau des Terres autour de Furnes.
	5	5	11	3	Niveau des Terres autour de Bergues.
	4	8	10	6	Niveau des Terres autour d'Uxem.
			5	10	Niveau réduit de la Mer.
Au-dessous	1	7	4	3	Niveau des Terres des Moëres, desséchées par M. *d'Hérouville*.
	5	10	«	«	Point fixe de l'Echelle de Dunkerque, *à l'Ecluse* nommée *de Bergues*. Niveau probable de la basse-Mer moyenne des ○.

* Ce point est le dessus même du socle, ou jambage droit du portail, en entrant.

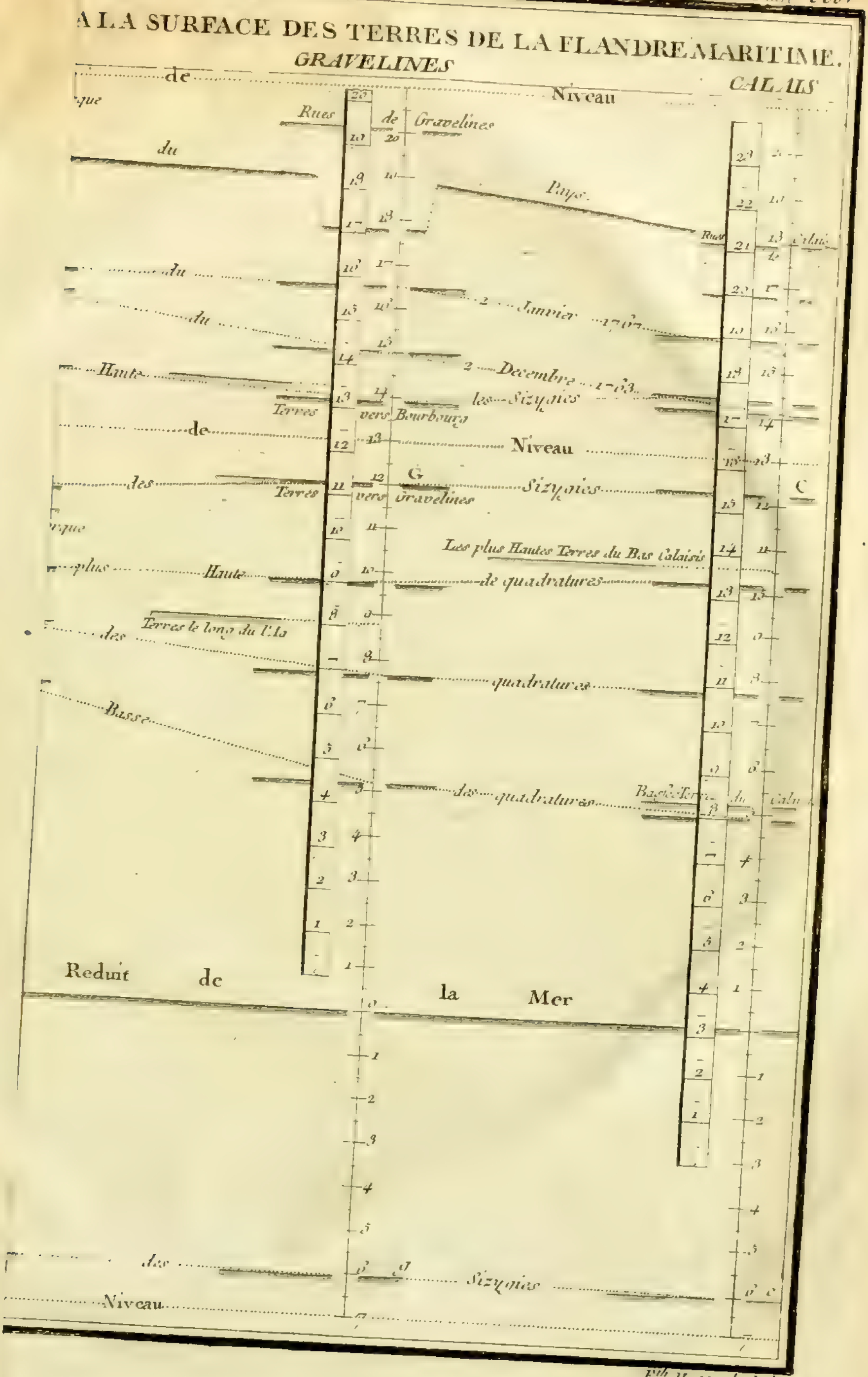
TABLE

DES POINTS EXPRIMÉS SUR LE PROFIL.

	Rapport des points avec le niveau réduit de la Mer, en pieds de Paris.		Rapport des points avec les divisions de l'Echelle d'Ostende, en pieds des Etats de Flandre.		*Points estimés à Ostende, & aux environs.*
	Pieds.	Pouces.	Pieds.	Pouces.	
Au-dessus.	20	6,20	29	10,75 ..	Sommet convenable aux Digues, dans la Plaine.
	19	3,20	28	5,25 ..	Sommet convenable aux Digues, sous Ostende.
	18	0,20	27	0,00 ..	Pleine-Mer du 2 Janvier 1767.
	16	3,88	25	0,00 ..	Pleine-Mer probable du 2 Décembre 1763, en □.
	15	10,80	24	5,50 ..	Pleine-Mer probable du 11 Mars 1750.
	15	7,72	24	0,00 ..	Niveau réduit des Rues, par estimation.
	14	7,56	23	0,00 ..	Pleine-Mer, estimée la plus haute des ○.
	11	8,00	19	5,50 ..	Pleine-Mer moyenne des ○.
	10	4,75	18	0,00 ..	Pleine-Mer, estimée la moins haute des ○, & la plus haute des □.
	9	1,52	16	5,50 ..	Pleine-Mer moyenne des □.
	7	5,20	14	5,50 ..	Pleine-Mer, estimée la moins haute des □.
			5	7,92 ..	Niveau réduit de la Mer.
Au-dessous	4	10,20	0	0,00 ..	Point fixe de l'Echelle d'Ostende, à l'Eclufe de Schlickens.
	5	10,00	1	1,86 ..	Niveau probable de la basse-Mer moyenne des ○.

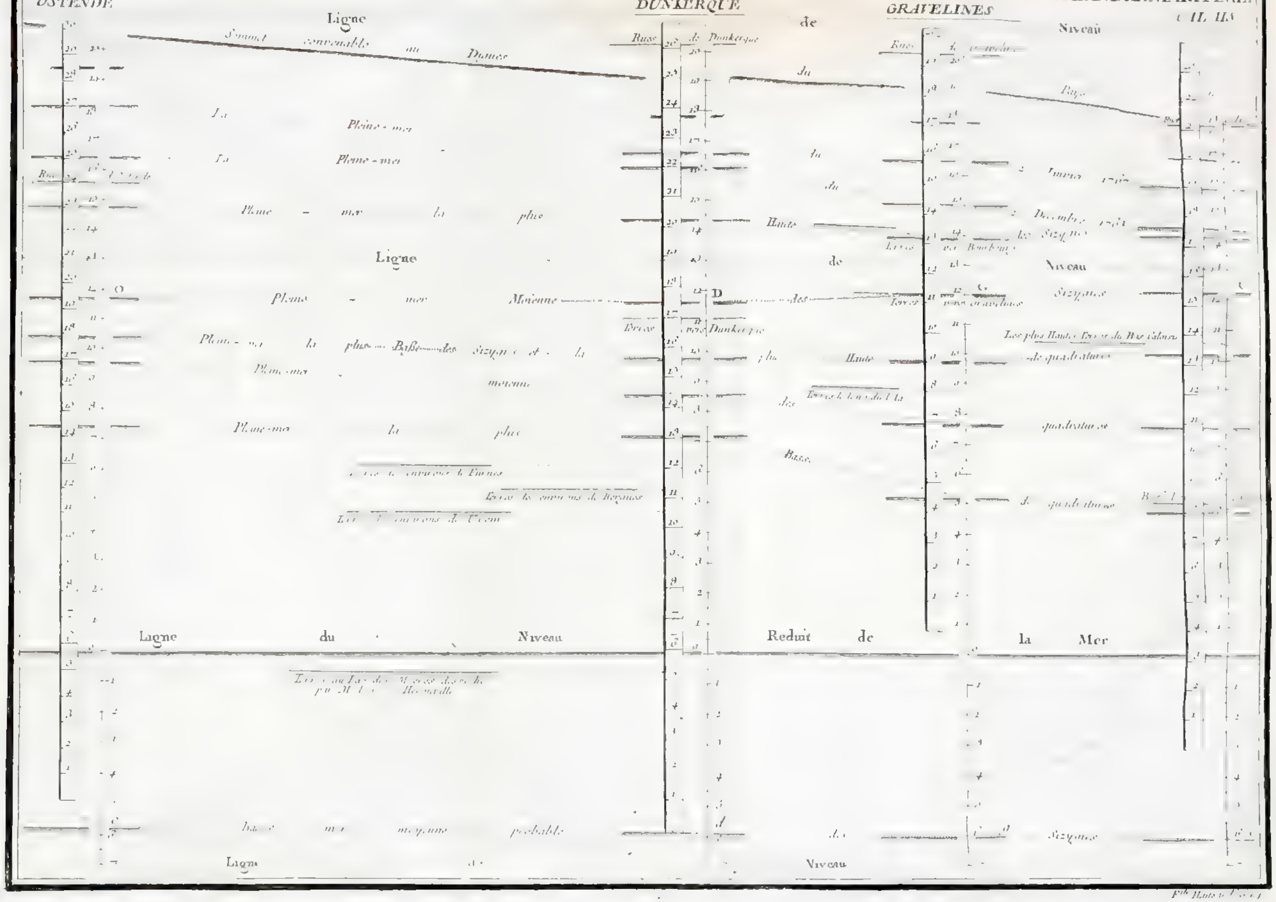
Nota. Suivant les rapports qui m'ont été faits d'Ostende, le zéro, ou point fixe de cette Échelle, ne découvre jamais, à basse-Mer; cependant, comme il est probablement d'un pied au-dessus de la basse-Mer moyenne des vives eaux, il y a lieu de croire que ce sont les eaux douces du Canal de Bruges, qui, en s'écoulant, à chaque jusan, surmontent, à point fixe, même au moment de la plus basse-Mer, quoique la Mer se retire quelquefois beaucoup plus bas.

OBSERVATIONS



Eth Haussard Sculp.

COUPE OU PROFIL DES VARIATIONS DE LA PLEINE-MER, COMPARÉES A LA SURFACE DES TERRES DE LA FLANDRE MARITIME.



OBSERVATIONS ANATOMIQUES, SUR LES SUITES ÉTRANGES D'UN VOLVULUS.

Par M. BOUCHER, Médecin.

LA VEUVE du Sieur *Delobel*, Habitante de cette Ville de Lille, âgée d'environ ſoixante ans, eſſuya, à la fin de Novembre 1764, une colique inflammatoire, qui, ayant été traitée, par M. *Ricquet*, Médecin de la même Ville, parut céder aux remèdes. Le calme étant rétabli, la malade fut purgée, par le moyen d'un électuaire, composé de pulpes de caſſe & de tamarins, &c. qui opéra doucement, & avec tout le ſuccès poſſible: s'étant préſentée à la chaiſe, quelques jours après, elle ſentit qu'il lui ſortoit du fondement un corps oblong, qu'elle crut être une portion d'un ver ſolitaire; mais, étonnée du volume de ce corps, elle appella ſa ſervante, qui, l'ayant examiné, s'écria épouvantée, que c'étoient *des boïaux:* on envoya chercher un Chirurgien, qui, voyant un corps livide, & reſſemblant à une portion d'inteſtin, le tira doucement; mais, ſentant de la réſiſtance, il prit le parti de le couper près de l'anus. Cette partie avoit environ un quart d'aune de France de longueur. Dans la nuit même, il ſe préſenta une autre portion d'un corps pareil, dont la nature fit preſque ſeule l'expulſion, le Médecin de la malade n'ayant pas voulu permettre qu'on le tiraillât.

Préſentées en 1765.

Il eſt à obſerver qu'on regardoit alors la malade comme

convalescente, & que l'on étoit sur le point de lui laisser manger du poisson, qu'elle demandoit avec instance. La circonstance présente ne fit que causer de la frayeur, & ne changea rien à l'état réel de la personne; mais elle inspira, au Médecin, de la défiance pour les suites.

M. *Ricquet*, ayant fait emporter chez lui ces deux corps; me fit prier de me joindre à lui, pour en faire l'examen: celui qui étoit sorti le premier, formoit un tuyau cylindrique, inégalement découpé à une de ses extrémités; mais entier, & sans solution de continuité, dans son contour *(a)*: il étoit livide, noirâtre même en quelques endroits. Ne pouvant nous persuader que ce fût réellement une portion d'intestin, nous nous bornâmes d'abord à l'idée vraisemblable, qu'il n'étoit que le résultat de la coagulation & du desséchement de la matière muqueuse, dont l'intérieur du canal intestinal est toujours enduit, dans l'état naturel, ou que c'étoit une exfoliation de la tunique interne d'une portion de ce canal, devenue plus épaisse & plus solide, par l'effet de l'inflammation; mais l'ayant ouvert, dans toute sa longueur, nous ne pûmes douter, à la vue des valvules conniventes, qui nous frappèrent *(b)*, que ce ne fût véritablement une portion du canal intestinal, sa surface externe étant lisse, polie, membraneuse, en un mot parfaitement semblable à la surface des intestins: son calibre, plus ample que ne l'ont les intestins grêles, dans l'état naturel, nous laissa un peu en suspens sur le genre d'intestin auquel elle devoit être rapportée; des matières excrémenteuses, qu'elle renfermoit, entretenoient notre incertitude: mais n'ayant trouvé, sur sa surface, aucun vestige des replis, ni des brides ligamenteuses, qui appartiennent au colon, nous fûmes dès-lors parfaitement convaincus, que ce corps étoit une portion d'intestin grêle, qui se trouvoit dilatée; ce que confirmoient la nature & l'arran-

(a) Planche première, A.A.A.

(b) *Ibid.* b.b.b.

gement des valvules conniventes, dont la ſurface interne étoit garnie; la dilatation de toute l'étendue du jejunum, dont cette portion avoit fait partie, obſervée à l'ouverture du cadavre, acheva depuis de diſſiper toute ombre de doute à cet égard.

Nous obſervâmes, dans quelques endroits de la ſurface interne de cette partie, ouverte dans toute ſa longueur, une circonſtance contre nature; ſavoir, de petits grains durs, ſolides, & comme pierreux, amaſſés en groupes, & implantés dans les tuniques internes *(c)*.

Si l'inſpection du corps expulſé le premier, eût pu nous laiſſer quelques doutes ſur ſa nature, ils euſſent été bientôt levés, par la ſeule inſpection de celui qui le ſuivit *(d)*: celui-ci, le dernier, ſe trouvoit un peu plus long, n'étoit pas une ſimple portion de tuyau; il étoit attaché, d'un côté, dans preſque toute ſa longueur, à une partie membraneuſe, qui ſe terminoit inſenſiblement en une pointe inégale *(e)*; cette pointe étoit formée de deux lames, entre leſquelles on voyoit ramper des vaiſſeaux très-ſenſibles, dont la continuation, & les diſtributions, alloient évidemment embraſſer, avec les deux lames, tout le contour de la partie formant un tuyau, ou canal *(f)*; de façon qu'il n'étoit pas poſſible de méconnoître une portion du méſentère, unie à une partie d'inteſtin, dont la ſurface interne, miſe à découvert, par une ſection longitudinale, nous préſenta l'ordre & l'arrangement des valvules conniventes, mieux maintenu que dans le corps qui étoit ſorti le premier: il eſt donc évident que ces corps étoient une partie des inteſtins grêles, qui s'étoit détachée du reſte du canal inteſtinal, par les ſuites d'un *volvulus*.

(c) Planche première, *c.c.*

(d) *Ibid.* D.D

(e) *Ibid.* F.

(f) *Ibid.* *e.e.* & *g.g.*

Cependant la malade avoit non-seulement résisté à cet étrange accident, mais elle paroissoit même très-disposée à s'en rétablir ; elle ne souffroit plus de douleurs de ventre ; il ne lui restoit qu'un peu de sensibilité à la région ombilicale moyenne, quand elle plioit le corps en-devant; les fonctions du bas-ventre se faisoient assez régulièrement; au reste, il étoit aisé de le lâcher, avec des lavemens émolliens, quand il étoit paresseux, & de calmer, par quelque potion anodine, les petites douleurs de colique, qui reprenoient de temps en temps.

M. *Ricquet*, convaincu néanmoins de tous les risques que couroit encore sa malade, lui avoit prescrit un régime sévère, borné aux bouillons de viandes, au lait de poule, aux gélées, & à la crême de pain. Dans plusieurs visites, que je lui rendis, je l'exhortai à se conformer exactement à ces sages avis, persuadé que les moindres écarts, sur le régime, pouvoient entrainer des suites funestes, eu égard à la déperdition considérable de substance, qui avoit eu lieu dans des organes essentiels à l'économie animale, & au peu de sûreté qu'il devoit y avoir dans les points de réunion des parties divisées.

La malade eut effectivement à se repentir plusieurs fois de s'en être écartée, son appetit l'en éloignant toujours; elle essuya, le 20 Février 1765, une indigestion assez violente, qu'elle avoit méritée, par la nature des alimens, & dont elle souffrit plusieurs jours : vers la fin d'Avril, elle en eut une autre, dont elle mourut, le 27 de ce mois : peu d'heures avant sa mort, elle sentit, dans le ventre, un mouvement, accompagné d'un petit bruit, comme si quelque corps lui étoit tombé de la région ombilicale, dans le bas ventre. Il se trouve un espace de près de cinq mois, du premier jour de la maladie déclarée, jusqu'à celui de la mort.

Nous procédâmes, le 28 Avril, à l'ouverture du cadavre; l'épiploon se présenta dans un état d'inflammation, d'une consistance beaucoup plus ferme que dans l'état naturel, &

très-épais, dans toute ſon étendue; ſon épaiſſeur alloit au-delà d'un travers de doigt, dans ſon centre: le méſentère étoit chargé de graiſſe: nous trouvâmes, dans la capacité du ventre, un épanchement aſſez conſidérable, d'une matière ſemblable à du pus, de couleur griſe, contenue, en grande partie, dans le baſſin.

Après avoir ſoulevé l'épiploon, nous apperçûmes une bride membraneuſe de deux à trois lignes de largeur, qui, partant du jejunum, vers ſa partie inférieure *(g)*, alloit ſe terminer à une autre partie de cet inteſtin, éloignée de celle-ci de l'étendue de pluſieurs paumes; cette bride n'avoit pas cependant plus de trois travers de doigt de longueur: nous obſervâmes, à peu de diſtance, ſur la ſurface du même inteſtin, quelques autres appendices membraneuſes, de peu d'étendue, & qui étoient flottantes *(h)*: les unes & les autres n'étoient que des prolongemens de la tunique externe du canal inteſtinal.

A trois ou quatre travers de doigt en-deſſous de l'attache inférieure de la première appendice, nous trouvâmes, vers le milieu de la région ombilicale, & un peu du côté droit, une interruption dans le canal inteſtinal: le bout ſupérieur de la diviſion, ſe terminoit en un cône, dont la pointe étoit fort étroite; & le bout inférieur avoit la forme d'un cul-de-ſac arrondi *(i)*: l'intervalle, entre ces deux bouts, n'étoit que de quelques lignes: au reſte, cette diviſion du canal inteſtinal ne ſe continuoit point juſques dans la partie correſpondante du méſentère, qui paroiſſoit telle qu'elle doit être: toute la partie de ce canal, au-deſſus du point de l'interruption, qui comprenoit la plus grande portion du jejunum, ſe trouvoit conſidérablement dilatée; de ſorte que, par ſon volume, elle occupoit, non-ſeulement le milieu & les côtés de la région

(g) Planche ſeconde, *m.*

(h) *Ibid. n.n.*

(i) *Ibid.* I.I. & L.L.

ombilicale, mais même une bonne partie de la région hyppogastrique supérieure : au-lieu que la partie inférieure des intestins grèles, comprenant l'iléum, étoit rétrécie au point d'avoir perdu les deux tiers de son diamètre, dans la plus grande partie de son étendue, & n'occupoit qu'une partie des régions iliaques.

Le bout supérieur de la division étoit flasque, & paroissoit vide ; mais l'on sentoit, au tact, dans le bout inférieur, un corps solide, de l'étendue de quelques travers de doigt : persuadés qu'il y avoit une communication de l'un à l'autre bout, quoiqu'elle ne nous fût pas sensible, nous fîmes, dans le bout supérieur, une incision, propre à y introduire un chalumeau ; mais nous étant apperçus que l'air, qui y étoit introduit, par le souffle, s'échappoit dans la capacité du bas-ventre, par l'extrémité de ce bout, qui se trouvoit percée, & que rien n'en passoit dans le bout inférieur, nous prîmes le parti d'enlever, du cadavre, toute cette portion du canal intestinal, après avoir observé que le trou, situé à la pointe du bout supérieur, étoit inégal, & comme frangé, & qu'il se présentoit, dans son contour, quelques lambeaux de membranes forcées, ou déchirées : l'ayant un peu dilaté, nous trouvâmes, dans ce bout d'intestin, un peu de matière grisâtre, semblable à celle qui étoit épanchée dans la capacité du bas-ventre.

Une incision, faite dans le bout inférieur *(k)*, où nous avions senti, par le tact, un corps solide enfermé, nous fit reconnoître que ce corps étoit une portion d'intestin, d'environ cinq travers de doigt de longueur, renversée & adhérente, d'un côté, dans presque toute sa longueur, à la surface interne de cette partie d'intestin, qui lui servoit de guaîne, précisément le long de l'attache de celle-ci au mésentère *(l)* ; la cavité de cette partie renversée, se trouvoit oblitérée : le grand nombre de valvules conniventes, rapprochées les unes des autres, dont

(k) Planche troisième, *q.q.*

(l) *Ibid.* R.R.

elle se trouvoit garnie *(m)*, joints à sa figure torse, nous a fait présumer qu'elle étoit réellement une portion plus ample d'intestin, qu'elle ne le paroissoit, parce qu'elle étoit repliée: elle se terminoit par une espèce de mammelon, dont le contour & la figure étoient tels, qu'on ne pouvoit douter que ce ne fût une cicatrice résultante de la séparation d'une partie adjacente *(n)*: à la racine de l'attache de ce corps à la portion d'intestin, qui lui servoit de guaîne, nous apperçûmes l'embouchure d'un conduit *(o)*, qui, se portant au-dehors de la guaîne, aboutissoit à une rigole membraneuse, adossée à la partie du mésentère, qui correspondoit à l'intervalle des deux bouts de l'intestin divisé *(p)*: cette rigole, qui avoit environ six lignes d'étendue, sembloit être la continuation du bout supérieur, que nous avions observé se terminer en cône: on appercevoit, le long de ses bords, des brins de membranes flottantes: cette dernière circonstance, jointe à ce que nous avons rapporté du trou terminant le bout supérieur, nous a convaincu que la rigole avoit fait partie d'un canal de communication de l'un à l'autre bout de l'intestin divisé, que la Nature s'étoit ménagé & conservé, dans un des points du volvulus, où l'étranglement s'est trouvé le moins considérable, & qui a suffi, pendant un assez long espace de temps, pour le passage des matières chyleuses, tant qu'elles se sont présentées bien fluides, douces, & en quantité modérée; mais qui ensuite a été forcé, du côté opposé à son attache au mésentère, par l'affluence de ces matières, à quoi a contribué le peu d'épaisseur de ses parois, ainsi que son calibre étroit: ainsi, nous concevons que ce canal de communication n'étoit rien autre chose, qu'une portion même de la continuité du canal intestinal, maintenue dans un point, où

(m) Planche troisième, *v.v.*

(n) *Ibid.* S.

(o) *Ibid.* T.

(p) Planche seconde, K.

la partie de ce canal, formant la guaîne du *volvulus*, a pu ſe prêter moins difficilement à l'impulſion des matières chyleuſes, arrêtées à l'endroit étranglé.

Il eſt donc évident que la maladie de cette femme a été un *volvulus* très-conſidérable, & qui a eu des ſuites bien ſingulières : on ne peut douter que les portions d'inteſtins rendues par l'anus, n'en aient fait partie : leur nature & leur ſtructure, rapprochée de ce qui a été obſervé à l'ouverture du cadavre, laiſſe la choſe ſans réplique : c'eſt au bas de l'inteſtin *jejunum* que le ſiége de la maladie s'eſt rencontrée; & les parties rendues étoient manifeſtement des portions de cet inteſtin; le mammelon, que nous avons obſervé terminer la partie de l'inteſtin engagée dans l'autre, n'étant qu'une cicatrice réſultante de leur ſéparation, opérée par la ſuppuration, dont la matière, épanchée dans le bas-ventre, & confondue avec des matières chyleuſes, étoit le réſultat.

Mais, dira-t-on, ſi les corps ſortis de l'anus ont fait vraiment partie du volvulus, & ſi ces corps ont été la continuation de la partie d'inteſtin que nous avons trouvé enguaînée & renverſée, pourquoi ne ſont-ils pas auſſi ſortis renverſés? Pour comprendre ceci, il faut faire attention qu'un *volvulus* quelconque ne peut pas être ſimple; c'eſt-à-dire, que la portion d'inteſtin, qui s'engage dans une autre portion, eſt toujours double, comme on peut s'en convaincre, en formant un *volvulus* artificiel : ainſi, le *volvulus*, en général, eſt fait de trois portions d'inteſtin, renfermées l'une dans l'autre, & dont l'extérieure ſert de guaîne aux deux autres : la portion qui touche immédiatement celle-ci, eſt renverſée; & la plus interne doit avoir ſes parois dans le même arrangement que la portion externe : c'eſt cette dernière portion qui doit le plus ſouffrir de l'étranglement inflammatoire, qui accompagne ordinairement (q) les *volvulus*, par la compreſſion qu'elle

(q) Je dis *ordinairement*; car j'ai trouvé, à l'ouverture de quelques cadavres, des *volvulus* ſans inflammation décidée.

eſſuie

essuie de la part des deux autres ; & les effets de la compression & de l'étranglement, doivent être plus marqués dans les endroits où l'intestin forme des replis ou des *renversés :* le bourlet, qui résulte de ces plis, s'enflammant de plus en plus, doit tomber en suppuration, ou en flétrissure gangréneuse : dans l'un & l'autre cas, la partie souffrante sera détachée des deux autres, qui l'enveloppent, soit en entier, soit par lambeaux, & cela à l'endroit des replis ou bourlets en question : c'est ce qui est arrivé dans le *volvulus* dont il s'agit, tant au repli supérieur, qu'à l'inférieur de la partie du centre : il en a résulté la cicatrice observée au bout de la partie d'intestin, qui est resté collée à celle qui lui servoit de guaîne.

On sait que la flétrissure gangréneuse est souvent la suite de l'étranglement, ou de l'inflammation des parties nerveuses & membraneuses ; & effectivement les parties rendues par l'anus en étoient atteintes : d'un autre côté, on conçoit que l'étranglement, dans ce *volvulus*, a dû être plus fort à la partie supérieure, qu'à l'inférieure, à cause de la portion correspondante du mésentère, entraînée avec l'intestin, & dont le volume a dû être plus considérable au haut du *volvulus*, que dans le reste de son étendue : de-là le rétrécissement observé dans l'intestin, immédiatement au-dessus du *volvulus*, lequel se terminant en cône, alloit s'ouvrir, par une embouchure étroite, dans le cul-de-sac dont il a été parlé.

La disproportion d'étendue entre les parties rendues par l'anus, & celle qui est restée engagée dans la guaîne du *volvulus*, pourroit jeter quelques doutes sur la solidité de l'explication que nous venons de donner, si nous n'eussions déjà, pour ainsi dire, prévenu l'objection, en faisant observer que cette dernière partie donnoit des preuves évidentes, par sa figure torse, & par le rapprochement de ses valvules conniventes, qu'elle avoit été ci-devant d'une étendue bien plus considérable, son raccourcissement ou sa contraction étant une suite naturelle du violent tiraillement qu'elle avoit souffert, surtout du côté de son attache au mésentère.

Mais la petite bride ligamenteuse, qui s'est trouvé attachée au *jejunum*, en deux endroits, a-t-elle pu contribuer en quelque chose à produire le *volvulus*, en gênant & tiraillant ces parties du canal intestinal ? On pourroit le présumer pour ce qui concerne le point d'attache, voisin du siége de la maladie; mais il est à remarquer qu'il ne se rencontroit, dans les points précis de ces attaches, aucune marque d'irritation ou de tiraillement; ce qui auroit dû être observé, si cette circonstance contre nature eût contribué immédiatement à la production de la maladie.

Il ne falloit rien moins que la mort de cette femme, pour convaincre les incrédules sur la nature des parties qui lui étoient sorties du corps: parmi ceux qui les avoient vues & examinées, quelques-uns même avoient peine à se persuader qu'elles fussent réellement des portions d'intestins: à la vérité, il étoit bien difficile de concevoir, qu'une aussi grande étendue du canal intestinal, eût été séparée du reste, avec une portion du mésentère, par l'effet d'une pareille maladie, sans avoir entraîné de suite la mort de la personne: en effet, ce cas est bien différent de celui des hernies avec étranglement, où une portion plus ou moins considérable d'intestin, se détache par la gangrene, & où les deux bouts, résultant de la séparation de la partie sphacelée, se réunissent: on sent toute la différence des efforts que la Nature est obligée de faire, dans l'un & l'autre cas, pour opérer cette réunion, dont elle peut, au besoin, se passer, dans le dernier cas; mais il est indispensable dans le nôtre: non-seulement la malade n'avoit pas succombé; mais l'économie animale paroissoit même très-disposée à rentrer, à tous égards, dans sa parfaite intégrité: il ne falloit, selon toute apparence, pour y parvenir, que beaucoup de circonspection dans le régime; c'est le défaut d'attention, & l'indocilité de la malade, sur ce point important, qui l'a conduite à sa perte: elle vivroit vraisemblablement encore, si elle eût voulu observer celui que nous lui avions prescrit; elle auroit pu même se maintenir plusieurs années;

la voie de communication, que la Nature s'étoit réſervée, entre les deux bouts réſultant de la ſéparation, ſe ſeroit affermie; le tuyau étroit, qui formoit cette communication, ſe ſeroit élargi peu-à-peu, avec ſon embouchure, & auroit pu, au bout d'un certain temps, ſuffire au libre paſſage des matières chyleuſes, provenant d'alimens ſolides: alors la malade, en goûtant la ſatisfaction d'avoir ſurmonté une maladie ſi extraordinaire, & ſi dangereuſe à tous égards, eût beaucoup ajouté au prodige d'y avoir réſiſté pendant cinq mois.

Ce fait eſt un de ceux qui démontrent les reſſources immenſes de la Nature; il fait voir de quoi elle ſeroit capable, ſi elle n'étoit point ſouvent traverſée, dans ſes opérations, par des imprudences, & par des erreurs de l'Art.

PREMIÈRE PLANCHE.

*ELLE DONNE la figure des deux corps que la malade a rendus par l'*anus.

A.A.A. *La portion d'inteſtin qui eſt ſortie la première, & qui a été coupée, près de l'*anus, *par le Chirurgien; elle avoit environ un quart d'aune de France d'étendue; mais le diamètre, ou le calibre, en étoit plus conſidérable que celui des inteſtins grêles, dans l'état naturel: elle eſt ici repréſentée ouverte dans toute ſa longueur.*

b.b.b. *Valvules conniventes, oblitérées en partie.*

c.c. *Petits grains contre nature, durs, & comme pétrifiés, amaſſés en groupes.*

D.D. *Second corps rendu par l'*anus.

e.e.e. *Partie du canal inteſtinal.*

F. *La partie du méſentère, à laquelle étoit reſté attachée cette portion d'inteſtin.*

g.g.g. *Vaiſſeaux ſanguins, communs au méſentère & à l'inteſtin.*

SECONDE PLANCHE.

ELLE REPRÉSENTE les deux bouts de la portion du canal inteſtinal, qui a été trouvée, à l'ouverture du cadavre, interrompue vers la fin du jejunum, *& que nous avons détachée, avec une portion correſpondante du méſentère.*

H H. *La portion du méſentère, chargée de graiſſe.*

I.I. *Le bout ſupérieur de l'inteſtin, ſe rétréciſſant, & ſe terminant en cône : ſon extrémité aboutiſſoit à une rigole, qui alloit ſe terminer, par un conduit étroit, dans le bout inférieur.*

K. *La rigole, de ſix à huit lignes de longueur, qui faiſoit la communication du bout ſupérieur avec le bout inférieur.*

L.L.L. *Le bout inférieur de l'inteſtin, formant une eſpèce de cul-de-ſac, & dont le diamètre va toujours en diminuant fait-à-fait qu'il s'éloigne du point de la diviſion.*

m. *Partie de l'appendice membraneuſe, qui alloit ſe terminer à une autre portion de l'inteſtin* jejunum, *fort éloignée de celle-ci.*

n.n. *Autres appendices membraneuſes, flottantes ſur la ſurface de l'inteſtin.*

TROISIÈME PLANCHE.

Elle représente les mêmes parties que la ſeconde Planche; mais les deux bouts de l'inteſtin diviſé, ſont ouverts dans une certaine étendue.

O.O. *Inciſion faite dans le bout ſupérieur : on y voit la pointe d'un ſtilet* (F), *qui a été introduit par un orifice, obſervé dans le cul-de-ſac, formé par le bout inférieur.*

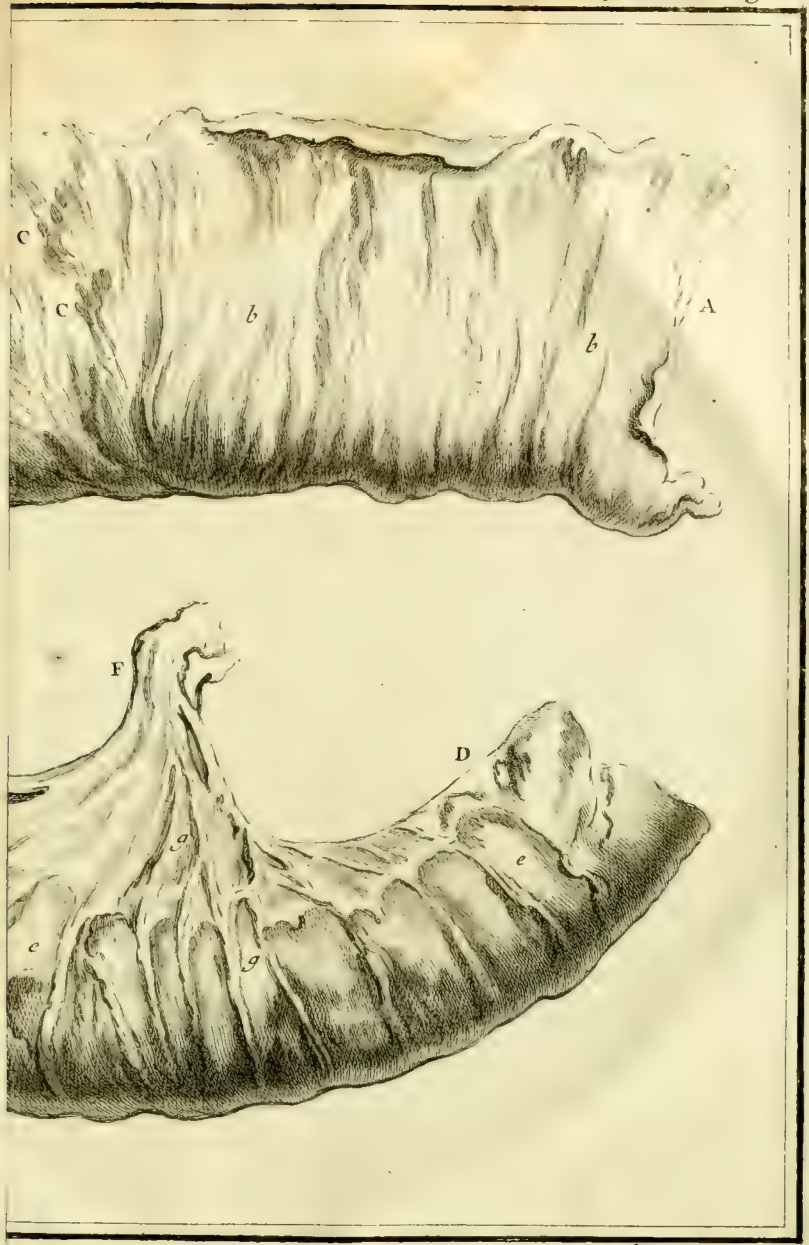
q.q. *Le bout inférieur ouvert dans une aſſez grande étendue,*

pour bien observer la portion d'intestin engagée dans celle-ci, & formant le volvulus.

R.R. *Portion d'intestin formant le* volvulus, *renversée & attachée, dans toute sa longueur, à la surface interne de la partie du canal intestinal, qui lui servoit de guaîne, & se terminant par une espèce de mammelon* (S).

T. *Orifice du conduit, observé vers la tête du cul-de-sac, à la racine de la portion d'intestin qui formoit le* volvulus, *dirigé, le long de la rigole correspondante, à la pointe du bout supérieur* (P).

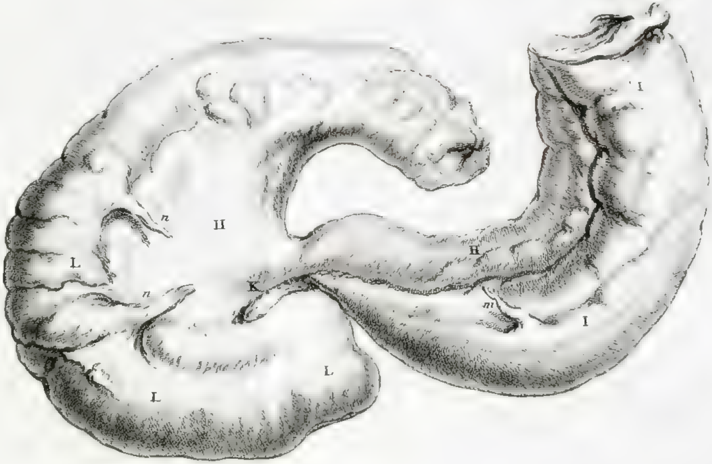
v.v.v.v. *Valvules conniventes, très-saillantes, & rapprochées les unes des autres, sur-tout dans le bout renversé.*



Elth Haussard Sculp.

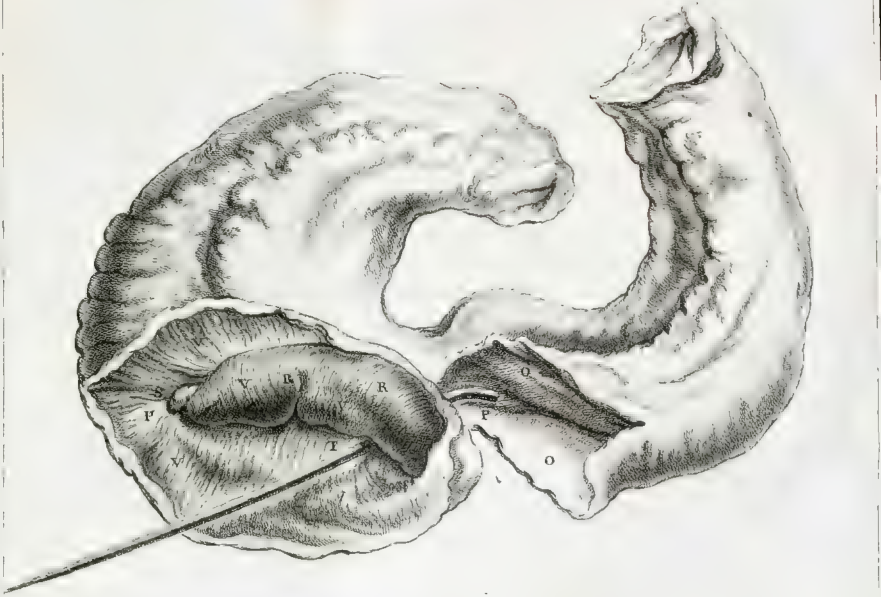
Elph. Haussard Sculp.

Cne Haussard Sculp.



C.ne Haussard Sculp.

Cne Haussard Sculp



C^{ne} Haussard Sculp

MÉMOIRE

SUR

UN NOUVEAU GENRE

DES

INSECTES AQUATIQUES.

Nempe admirabile eſt. Ei forma nulla expreſſa præterquam Globi. Vix oculis capitur magnitudo. Tam puſillum eſt, ut non atomis conſtare; ſed ipſum eſſe unum ex Epicuri atomis videatur.

SCAL. *De Subt.* Exerc. CXCIV, *n.* 7.

Par M. MULLER,

De l'Académie Impériale des Curieux de la Nature, de l'Académie Électorale de Bavière, de la Société Helvétique, & de l'Économique de Berne.

QUOIQUE l'Hiſtoire Naturelle ſemble avoir fait des progrès immenſes, ſi nous conſidérons la nuit & les ténèbres, où tâtonnerent nos Ancêtres, & d'où nous avons le bonheur de ſortir. Il en reſte de quoi occuper les Curieux de tous les ſiècles à venir. En effet, nous ne ſommes encore qu'à la collection des matériaux de notre Globe. Le Naturaliſte, loin de connoître toutes les productions du petit terrain qu'il habite, ne les a pas même vues. Il eſt pourtant aſſez téméraire pour aſſujétir la Nature entière à ſon ſyſtème. Préſenté en 1768.

Ce n'eſt pas le ſeul Océan, qui environne notre Globe, dont nous ignorons les habitans, nous ne connoiſſons gueres juſqu'ici ceux de nos lacs, rivières & marais, même ceux de nos puits & de nos fontaines, d'où nous puiſons & avalons

ſans ceſſe des êtres d'une ſtructure & d'une économie des plus merveilleuſes. Je ne parle pas des êtres microſcopiques, des animalcules d'infuſion, dont des milliers rempliſſent chaque goutte des eaux dormantes, ni des larves, des nymphes, ou de la vermine, dont fourmillent les eaux qui croupiſſent dans nos jardins, nos campagnes ou nos bois. Il y a des Inſectes parfaits, qui nonobſtant, que le Roi naturaliſte ait prononcé qu'il *n'y a rien de nouveau ſous le Soleil*, & bien que nous n'admetions aucune création des nouveaux êtres, ne laiſſent pas d'avoir ce degré de nouveauté que nous accordons à tout ce qui n'a pas été obſervé auparavant. On les apperçoit à l'œil, quoique, pour les examiner de près, on ait beſoin d'une loupe. L'eau la plus limpide n'en eſt pas exempte. Que faut-il de plus pour exciter notre curioſité & pour la ſatisfaire? Peut-être que pluſieurs de nos maladies & de celles de nos beſtiaux en proviennent, & qu'un peu plus de ſoin dans le choix de notre boiſſon en ſeroit le remède. Mais, comment trouver ce remède, ſi on ne connoît pas la cauſe du mal.

Entre les animaux qui ſe ſont offerts à mes recherches, je ne parlerai à préſent que d'un genre nouveau qui ſe rapproche de celui des Tiques & de celui des Araignées, & que faute d'un nom plus propre, je nommerai *Tique aquatique*. Je montrerai, qu'il fait effectivement un genre particulier, & je donnerai la deſcription & l'hiſtoire d'une de ſes nombreuſes eſpèces.

Si le nom d'inſecte ne convenoit qu'aux animaux qui ſont pourvus d'antennes, comme le prétendent les Auteurs modernes, ou dont le corps eſt compoſé d'anneaux, comme vouloient les Anciens, notre Tique & pluſieurs autres n'ayant ni l'un ni l'autre de ces caractères, ſortiroient de cette claſſe, & ne trouvant aucune place dans les autres claſſes de leurs arrangemens méthodiques, reſteroient excluſes de leurs ſyſtêmes de la Nature. Néanmoins leur exiſtence y demande une place, & leur reſſem-

blance

blance aux araignées & aux Tiques proprement dites, nous l'indique.

La *Tique* dont il eſt queſtion, a le nombre des pieds, les barbillons & le port, communs avec ces deux genres. L'endroit où ſont inſérés les pieds, & la manière dont ils le ſont, de même que leur anus papillaire, la rapprochent des araignées, mais le nombre des yeux, le défaut de pincettes à la bouche l'en éloignent. Au contraire le nombre des yeux & les barbillons la ramènent aux Tiques; l'inſertion des pieds, le défaut de trompes au bec aigu, la tête moins marquée l'en diſtinguent. Pluſieurs ont quelque reſſemblance au faucheur *(a)* par rapport au nombre des yeux, mais le défaut d'antennes, les tarſes d'une ſeule pièce ſuffiſent pour les en ſéparer. Ce qui eſt très-particulier à ces inſectes, c'eſt que la tête & le corcelet ſe confondent ainſi avec leur ventre, qu'ils ne ſont qu'une ſeule pièce, de ſorte que l'inſecte ne paroît être compoſé que du ventre & des pieds. L'accouplement ſingulier acheve enfin d'en faire un genre à part.

La *Tique aquatique* eſt donc un genre d'inſectes ſans antennes & ſans ailes, à huit pattes inſérées au-deſſous de la partie du devant, à deux, quatre ou ſix yeux, à deux barbillons & à l'anus papillaire.

Quoique ce genre ſoit ſi abondant en eſpèces, que j'en ai trouvé plus que trente différentes dans les eaux de *Fridrichſdal*, qui toutes méritent par l'éclat ſupérieur de leur couleur, & par la diverſe ſtructure de leurs parties, l'attention des Obſervateurs; à peine en trouvai-je trois marquées par les Entomologiſtes, qui leur ont attribué un faux genre. Celle dont M. *Geofroi* fait mention *(b)*, ſous le nom de

(a) *Faun. Fridrichſd.* p. 92, *Gen.* 69; Abrégé d'Hiſt. des Inſect. *Tom. II*, p. 627.

(b) Abrégé d'Hiſt. des Inſect. *Tom. II*, p. 625, *t.* 20, *f.* 7.

Tique panachée, & qu'il a rangée sous le genre d'*Acarus*, appartient à notre nouveau genre, de même que l'araignée *aquatique* dont *Roesel* nous donne l'histoire *(c)*, & que M. de *Linnée* n'a pas admis; ainsi que l'animalcule dont M. *Sulzer* donne la figure *(d)*, après lui avoir assigné, sans la moindre description, le nom faux d'*Acarus aquaticus Linnæi*; il lui suffit que ce Tique vive dans l'eau, pour en faire l'aquatique de *Linnæus*, quoique du reste il n'y ait pas la moindre ressemblance entre elles ni pour la forme ni pour la couleur. M. de *Linnée* lui-même dans l'édition de son système, 1767, adopte la figure de *Sultzer* en synonyme à son *Acarus aquatique*, sans prendre garde à une diversité si marquée. Quant au dit *Acarus aquaticus*, il n'a pas même le caractère propre au genre *Acarus*; le filet, qui est aux deux côtés du museau, n'est nullement articulé, ou pédiforme. Il est singulier que cet illustre Observateur n'ait rencontré aucun insecte du genre en question, qui ne peut que se trouver également en *Suède*. Si M. *Geofroi* avoit observé que la Tique, dont il donne une figure, n'avoit ni antennes, ni trompe, il lui auroit, à ce que je pense, assigné ce nouveau genre, que nous venons d'établir.

L'espèce que je vais décrire, n'est pas, pour les couleurs, aussi brillante que les autres, que j'ai eu le plaisir de considérer; mais elle mérite la préférence, parce qu'elle m'a donné le spectacle curieux de son accouplement, sans lequel je n'aurois jamais su distinguer le sexe de ces insectes.

Le *mâle* diffère tellement de la *femelle*, pour la forme & pour la couleur, qu'on les prendroit aisément pour des espèces diverses; il est deux à trois fois plus petit que sa femelle, & pourvu d'une longue queue, qui manque à celle-ci: sa couleur principale est verte.

(c) Insecten-belustigung, III. Theil. *f. 149*, t. 24.

(d) Kennzeichen des Insecten, t. 22, *f. 147*.

Le *corps*, à l'exception de la queue, est presque sphérique, un peu applati en-dessous : le *dos* est convexe, & a, près du bord antérieur, deux points noirâtres, à quelque distance l'un de l'autre ; ces points sont les *yeux* de la Tique, & paroissent rougeâtres, dans une certaine situation : au milieu du dos, il y a cinq taches obscures, dont celle d'entre les yeux est alongée : les deux, qui se voient presque au milieu du dos, sont arrondies, & les deux autres angulaires ; les lignes, qui font ces angles, s'étendent, l'une vers le côté, l'autre vers la queue : la tache alongée est entrecoupée par un sillon courbé en demi-cercle : le bord postérieur, entre la quatrième paire de jambes, est hérissé de poils : le *dessous* tire sur le verd-jaunâtre, & la partie du devant ressemble à la poitrine des crabes à courte queue.

Les *barbillons* sont très-courts, un peu tournés vers les côtés, & ne composent que deux articulations blanchâtres, dont celle du bout est la plus grosse ; ils sortent du devant pardessous, sont très-visibles, encore vus du côté du dos, & se meuvent au gré de l'insecte : au côté extérieur, près des barbillons, on s'apperçoit à peine d'une très-petite épine.

Les *pattes* sont verdâtres, & n'ont pas toute la longueur de l'insecte ; les trois premières paires se ressemblent, & sont composées de cinq articulations égales ; au côté antérieur, elles sont par-tout garnies, de distance en distance, de poils recourbés, & très-minces ; &, du côté postérieur, il n'y a que les jointures pourvues de poils, qui ont à peine la longueur de l'articulation : les dernières pattes ne diffèrent des autres que par leurs six articulations, dont la cinquième est plus longue, & hérissée, le long du côté intérieur, de poils, qui égalent, en longueur, deux articulations : chaque patte est attachée à une base oblique & applatie.

La *queue* a environ la longueur & la moitié de la largeur du corps de l'animal ; elle est cylindrique, lisse, transparente, creuse en-dedans, un peu resserrée à la base, ouverte au bout,

qui eſt hériſſé de quatre ou cinq poils rigides: la couleur eſt verte, & il n'y a que deux petits points noirs au-deſſous, proche du ventre.

La *femelle* ſe diſtingue évidemment du mâle par la grandeur, la couleur, le défaut de queue, & par la petiteſſe de ſes barbillons.

Son *corps* reſſemble à une boule ſphérique; il eſt liſſe, & très-convexe au-deſſus, un peu applati au deſſous, deux à trois fois plus grand que celui du mâle, d'une ſeule couleur verdâtre, qui tire beaucoup ſur le bleu clair; les ſeuls *yeux* ſe font remarquer par leur beau rouge.

Les *barbillons* ſont extrêmement petits, & ne ſe voient pas du côté du dos; du reſte, ils ne diffèrent point de ceux du mâle.

La *partie du deſſous*, qui lui tient lieu de poitrine, ne ſe diſtingue que par ſa plus grande largeur; & les *pattes*, en ce qu'elles ſont plus hériſſées.

A l'endroit des parties de génération de la femelle, on ne voit qu'une tache blanche, au milieu de laquelle il y a un petit trou, ou fente.

Comme la propagation des Êtres créés eſt le but principal de la Nature, dans tous ſes ouvrages, elle devient de même le point le plus eſſentiel de l'Hiſtoire Naturelle; elle ſert au Naturaliſte à développer le ſexe & les eſpèces; il épie les moyens divers qu'emploie la Nature pour multiplier les êtres vivans, pendant que le Philoſophe admire, dans des points & des atomes, preſque inviſibles à l'œil le plus perçant, les mêmes paſſions qui, dans d'autres inſtans peut-être, ont déconcerté ſa philoſophie. Il n'y a que l'obſervation de la copulation des animaux, ſur-tout des inſectes, qui en aſſure les eſpèces, & l'aſſiſtance à leurs couches, qui, chez pluſieurs, nous montre le ſexe: que dira-t-on cependant, s'il y a, parmi eux, un mélange d'eſpèces? La détermi-

nation des eſpèces ne deviendra-t-elle pas plus embrouillée? J'ai ſouvent rencontré quelque choſe d'approchant : par exemple, la *Chryſomela ænea* & celle d'Aune *(e)*, les *Papillons Durtina* & *Danira (f)*, accouplés: eſt-ce que le mâle eſt adultère, ou jouit-il de ſes droits légitimes *(g)?*

Mais revenons à nos Tiques. On ſait la manière de s'accoupler, très-ſingulière, des Araignées, décrite par MM. *Lyonet* & *Geofroi;* quoique nos Tiques aquatiques reſſemblent fort à celles-ci, leur accouplement pourtant eſt très-différent: les parties de la génération du *mâle* ſe trouvent dans le canal de ſa queue; mais je ne les ai pu découvrir, quoiqu'elle ſoit tranſparente ; néanmoins l'inſpection de l'accouplement ne permet pas d'en douter. Les parties de la *femelle* ſe font remarquer, au-deſſous du ventre, par une tache blanche, au milieu de laquelle, comme j'ai déjà dit, il y a un trou noirâtre.

L'attitude, dans leur *accouplement*, eſt fort étrange, & ſans exemple: le mâle nage dans ſa ſituation ordinaire ; la femelle s'approche de lui, parderrière, s'élève obliquement, le joint de manière que la fente de la tache blanche de ſon ventre, touche à l'ouverture du canal de la queue du mâle; & les voilà en action: à l'œil, on ne voit qu'un petit point entraîner un plus grand; mais, à l'aide d'une bonne loupe,

---

(e) Faun. Fridrichſd. 62 & 63.

(f) Ibid. *316 & 317.*

(g) M. *de Linnée* rapporte, dans ſon *Syſtême de la Nature*, édition de *1767, p. 587*, que *j'avois vu* Chryſomela ænea *accouplée avec* Chryſ. graminis, *& que lui-même l'avoit vue accouplée avec* Chryſ. alni. L'obſervation, qu'il m'attribue, prouveroit déciſivement cette union entre des eſpèces différentes ; mais le fait eſt, que *je n'ai jamais vu la* Chryſ. ænea *accouplée avec la* graminis; *au* contraire, ma Lettre, de l'année 1764, écrite à cet illuſtre Naturaliſte, porte, que *j'avois, plus d'une fois, pris les* Chryſomela ÆNEA *&* ALNI *ſur le fait*, ſans que je nomme même la *graminis;* témoin la minute de ma Lettre, & la cédule ſur laquelle j'avois attaché enſemble, il y a cinq ans, les *Chryſomela* ÆNEA & ALNI, qui y reſtent encore, avec cette note : *Mas & fœmina.*

on observe, que le petit point est le mâle, qui nage avec sa moitié en croupe: dans cette course, la femelle remue de temps en temps ses pattes postérieures, & tient les antérieures étendues en l'air toutes roides: quand le mâle semble fatigué de la course, & s'arrête, la femelle secoue, d'un côté à l'autre, la queue du mâle; après quoi, il recommence sa course. Cet accouplement se fait au mois d'Août, & dure quelques jours de suite.

Au mois de Septembre, j'ai rencontré plusieurs mâles de cette espèce, mais aucune femelle; ce qui me fait soupçonner qu'elles se cachent peut-être, après la fécondation, dans le limon, pour pondre leurs œufs, ou faire leurs petits. Je ne sais point encore, si cette espèce est ovipare ou vivipare, ou l'un & l'autre, comme nombre des insectes aquatiques; je soupçonne pourtant le premier.

Cette manière de s'accoupler diffère beaucoup de celle de la Tique de M. *Roesel*; & je suis très-porté à croire que l'Auteur a été trompé par l'apparence; voici ses paroles: *Le mâle & la femelle, qui ne diffèrent que par la grosseur, se jettèrent l'un sur l'autre, & approchèrent le dessous de leur corps, pendant quelques momens, comme s'ils vouloient s'embrasser; après quoi, la grosse pondit des œufs.* La ponte des œufs n'est pas une marque d'un accouplement antérieur; il n'y a rien de plus commun, que de voir des insectes femelles se décharger de leurs œufs, après avoir attendu envain l'approche du mâle; &, quant à l'attouchement & l'embrassement réciproque, j'ai vu fort souvent les mâles & les femelles de diverses espèces de ce genre, s'entortiller de leurs pattes, & se rouler pêle-mêle, à mesure qu'ils se sont rencontrés dans le verre d'eau, où je les gardois pour mes observations: ainsi, pour prouver un accouplement véritable, il auroit dû s'assurer que les œufs fussent effectivement éclos.

Je suis pourtant très-éloigné de prétendre que l'accouplement de nos Tiques ne se puisse faire de plus d'une façon;

cela est même vraisemblable : dans ma collection, il y a des Tiques mâles, dont la queue est formée de différentes façons, & je soupçonne même qu'il y en a à qui elle manque : j'en conserve, depuis trois mois, une cinquantaine, des deux sexes, sans que l'envie de s'accoupler ait pris à aucune : je n'en suis pas surpris ; mes pauvres prisonniers étant rassemblés de climats très-divers, marécageux, sablonneux, limoneux, &c. & l'aisance & la subsistance, les premières prétentions de tout Être créé, leur manquant en partie, on a même lieu de s'étonner qu'ils soutiennent encore la vie, que leur vivacité ne s'est point rallentie, & qu'ils conservent leurs belles couleurs, toutes fraîches, comme au moment que je les ai pris.

L'espèce que je viens de décrire, est la plus petite de ma collection ; les autres sont d'une grandeur différente ; elles se distinguent par une structure infiniment diversifiée, & par des couleurs nuancées de tant de façons, que le pinceau a peine à les exprimer. En considérant l'art & la beauté que le Créateur prodigue, dans des êtres si long-temps cachés à nos Recherches, ne diroit-on pas qu'il les ait principalement destinés à faire l'objet de l'admiration des intelligences supérieures à l'homme ?

J'ai fait peindre les espèces, que j'ai rencontrées, au naturel, & au microscope, avec tout le soin possible, & je me propose, s'il plaît à la Providence, de communiquer ces peintures au Public, & d'y joindre une description exacte ; en attendant, je me flatte qu'une énumération de celles que j'ai déjà découvertes, pourra peut-être animer les Observateurs des insectes aquatiques à en augmenter le nombre ; &, dans cette espérance, je les prie instamment de vouloir bien, pour le progrès de l'Histoire Naturelle, me les communiquer en nature, afin que l'Ouvrage soit plus achevé : il est très-aisé de les envoyer dans des petites phioles cachetées, parce qu'elles vivent des semaines & des mois, dans peu d'eau, sans qu'on ait besoin d'en changer.

LISTE DES TIQUES AQUATIQUES *DE FRIDRICHSDAL* (h).

HYDRACHNA.

Insectum apteron, Capite, Thorace, Abdomineque unitis; Pedes octo; Palpi duo, articulati; Oculi duo, quatuor, sex.

α, Oculis duobus.

* *Caudatæ.*

1. Hydrachna viridis, abdomine globoso, dorso maculato, oculis rubris; cauda cylindrica, basi coarctata.
2. *Hydrachna* lutescens, abdomine globoso, dorso maculato; cauda cylindrica æquali.
3. *Hydrachna* rubra abdomine obovato, postice nigro; cauda flava cylindrica, basi coarctata.
4. *Hydrachna* fuscescens, abdomine postice gibbo; cauda plana bidentata.
5. *Hydrachna* grisea, abdomine rotundato, disco albo: cauda plana tridentata.
6. *Hydrachna* cinerea, abdomine maculato, postice gibbo: cauda plana tridentata.
7. *Hydrachna* rubra, abdomine gibbere triplici: cauda plana tridentata.
8. *Hidrachna* rubra, abdomine gibbo: cauda plana emarginata.
9. *Hydrachna* grisea, abdomine antice flavescente, postice tripunctato: cauda plana sinuata.
10. *Hydrachna* viridis, abdomine immaculato: cauda plana integra.

** *Furcatæ;* id est, dorso furca notatæ.

11. *Hydrachna* alba, abdomine obovato, disco nigro, furca rufescente: ano papilloso: pedibus anticis crassis.
12. *Hydrachna* alba, abdomine quadrato, maculis tribus: furca rufa: pedibus anticis crassis.
13. *Hydrachna* flavo-virens, abdomine ovali, octo-punctato: furca rufa: pedibus anticis spinosis.
14. *Hydrachna* alba, abdomine subquadrato, maculis quinque obscuris: furca rufa: palpis longis.
15. *Hydrachna* virescens, abdomine ovali, disco saturato: furca rufa.
16. *Hydrachna* lutea, abdomine orbiculari, maculis dorso nigris: furca rufa
17. *Hydrachna* albida, abdomine ovali, dorso fusco: furca triplicata argentea.
18. *Hydrachna* cærulea, abdomine globoso, dorso cinereo, furca stellari.
19. *Hydrachna* virens, abdomine ovato, compresso, supra planiusculo, subtus carinato: furca lutea: palpis inferis.

*** *Postice pilosæ*, nec priorum.

20. *Hydrachna* cæruleo-virens, abdomine globoso, immaculato, oculis rubris. *Fœmina primæ.*
21. *Hydrachna* cærulea, abdomine rotundato, macula punctisque fuscis.
22. *Hydrachna* nigro-cærulea, abdomine orbiculari, macula circuloque albo.
23. *Hydrachna* subfusca, abdomine globoso, strigis nigris: pedibus viridibus.
24. *Hydrachna* grisea, abdomine oblongo, postice truncato: punctis lineolisque obscuris.

**** *Glabræ*, nec priorum.

25. *Hydrachna* rubra, abdomine rotundato, maculis pluribus, oculis inferis.
26. *Hydrachna* cruenta, abdomine distento: pedibus rubris.
27. *Hydrachna* rufa, abdomine ovali, dorso macula lunata nigra.
28. *Hydrachna* albida, abdomine obovato, disco lilio candido, macula utrinque nigra.
29. *Hydrachna* grisea, abdomine rotundato, maculis obscuris, disco albo. *Fœminam Hydr. quintæ suspicor.*
30. *Hydrachna* lutescens, abdomine ovali, maculis lateralibus nigris, media ignita: tibiis posticis lamellatis.
31. *Hydrachna* lutescens, abdomine oblongo, antice depresso, strigis duabus nigricantibus, apice coalitis.
32. *Hydrachna* fusca, abdomine rotundato, striga pone oculos duplici obsoleta.
33. *Hydrachna* viridis, abdomine depresso, antice emarginato, fascia media alba.
34. *Hydrachna* viridis, abdomine ovato, compresso, supra sulcato, subtus carinato: palpis inferis; aliam huic simillimam rufam inveni, colore tamen utrique constante. Limites inter 19, 31 & 34 difficiles, etiamsi diversæ videantur.
35. *Hydrachna* variegata, abdomine subquadrato, maculis albidis, cæruleis, fuscisque.

β, Oculis pluribus.

36. *Hydrachna* rufo-fusca, abdomine ovato, disco obscuro, furca rufescente: oculis quatuor.
37. *Hydrachna* lutea, abdomine ovali, maculis dorsi sex nigris: oculis quatuor.
38. *Hydrachna* rubra, abdomine ovali, maculis dorsi quinque nigris: oculis quatuor.
39. *Hydrachna* rubra, abdomine ovali, maculis dorsi tribus nigris: palpis longissimis: oculis quatuor. An mas præcedentis?
40. *Hydrachna* rubra, abdomine rotundato, maculis pluribus: oculis sex. *Nimis refert Hydr. 25.*

EXPLICATION DES FIGURES.

Figure première. *La première* Hydrachne, *accouplée avec la vingtième, de grandeur naturelle.*

α, le mâle.

β, la femelle.

Fig. II. *Les mêmes, vues à la loupe.*

Fig. III. *Le mâle, grossi au microscope, & vu en-dessus.*

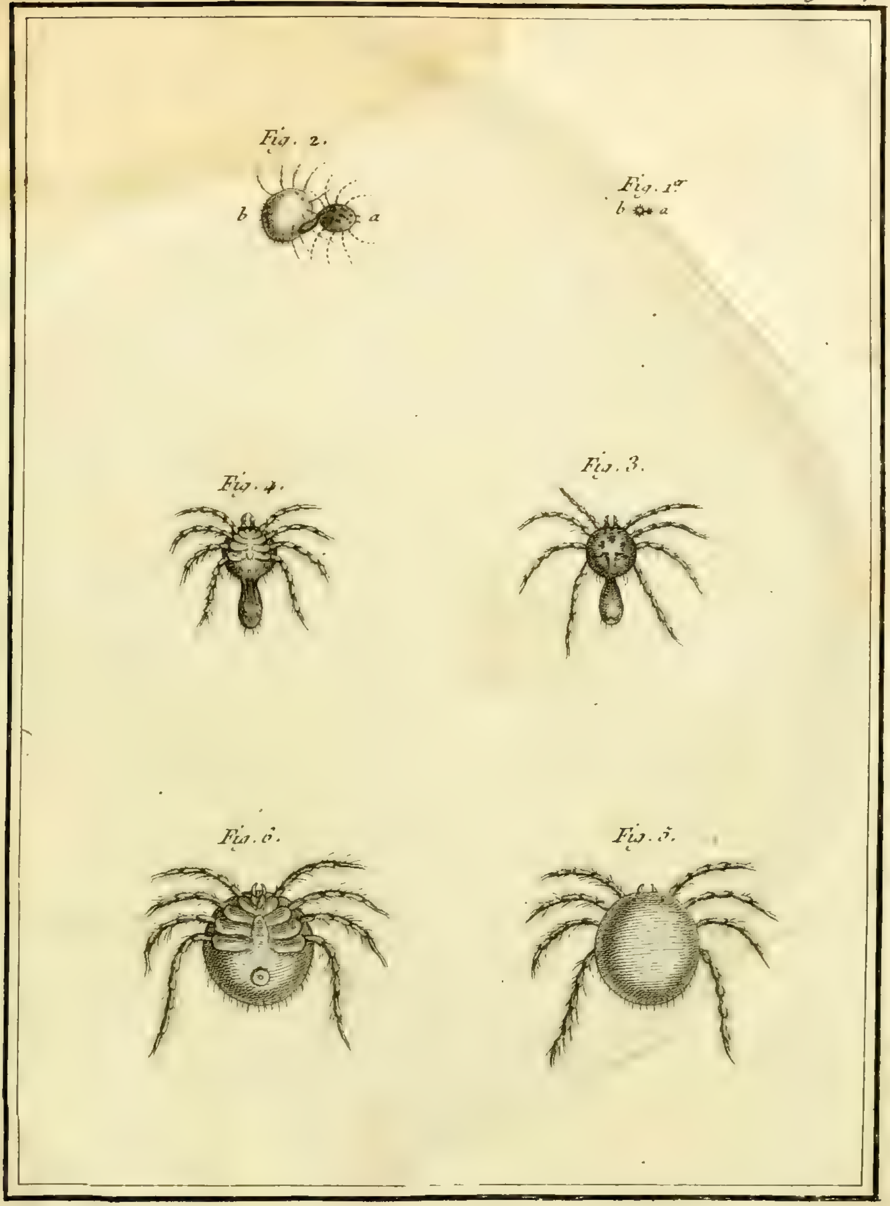
Fig. IV. *Le même, grossi, & vu en-dessous.*

Fig. V. *La femelle grossie, & vue en-dessus.*

Fig. VI. *La même, vue en-dessous.*

(h) Ce n'est pas ici l'endroit de m'expliquer plus en détail sur le sexe, l'espece, ou les variétés de ces animaux; ces discussions demandent, outre les observations de plusieurs années, des raisonnemens plus amplement détaillés: mon dessein, pour le présent, n'a été que d'exposer, en peu de mots, aux Amateurs d'Histoire Naturelle, ce que j'en ai vu, examiné & différencié.

FIN DU TOME HUITIEME.



Cne Haussard Sculp.

BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY